COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835.

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE-SIXIEME.

JANVIER — JUIN 1908.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1908

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1908.

SCIENCES MATHÉMATIQUES

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (C. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (C. ✻).
PAINLEVÉ (Paul) ✻.
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (C. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).
VIEILLE (Paul-Marie-Eugène) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✻.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✻.
BIGOURDAN (Guillaume) ✻.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antoine) (C. ✻).
GUYOU (Émile) (C. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).
BERTIN (Louis-Émile) (C. ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) (C. ✻).
BECQUEREL (Antoine-Henri) (O. ✻).
VIOLLE (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻.
GERNEZ (Désiré-Jean-Baptiste) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

TROOST (Louis-Joseph) (C. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
DITTE (Alfred) (O. ✻).
LEMOINE (Georges) (O. ✻).
HALLER (Albin) (O. ✻).
LE CHATELIER (Henry-Louis) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

GAUDRY (Jean-Albert) (C. ✻).
LÉVY (Auguste-Michel) (O. ✻).
LACROIX (François-Antoine-Alfred) ✻.
BARROIS (Charles-Eugène) (O. ✻).
DOUVILLÉ (Joseph-Henri-Ferdinand) (O. ✻).
WALLERANT (Frédéric).

SECTION VIII. — *Botanique.*

VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) (O. ✻).
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) (✻).
PRILLIEUX (Édouard-Ernest) (O. ✻).
ZEILLER (Charles-René) (O. ✻).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (G. O. ✻).
MÜNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
SCHLŒSING (Alphonse-Théophile) ✻.
MAQUENNE (Léon-Gervais-Marie) ✻.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

BOUCHARD (Charles-Jacques) (G. O. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (C. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (C. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).
DASTRE (Albert-Jules-Frank) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

LAPPARENT (Albert-Auguste DE) (✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (C. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✻).
LABBÉ (Léon) (C. ✻).
BONAPARTE (Le prince Roland).
TANNERY (Jules) (O. ✻).
CARPENTIER (Jules-Adrien) (C. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (C. ✻), à Washington.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
KOCH (Robert), à Berlin.
AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (Massachusetts).
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf) (O. ✻), à Stockholm.

Messieurs :

DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
NŒTHER (Max), à Erlangen.
VOLTERRA (Vito), à Rome.
GUICHARD (Claude), à Clermont-Ferrand.
GORDAN (Paul), à Erlangen.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel) (O. ✻), à Versailles.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liège.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.
HOFF (Jacobus-Henricus VAN'T) ✻, à Berlin.
WITZ (Marie-Joseph-Aimé), à Lille.
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

LOCKYER (Sir Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (Sir William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (Sir David) (O. ✻), à Londres.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ✻, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻), à l'Observatoire de Toulouse.
HILL (Georges-William), à West-Nyack.
WEISS (Edmund) (O. ✻), à l'Observatoire de Vienne.
PICKERING (Edward-Charles), à Cambridge (Massachusetts).
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
DARWIN (Sir George), à Cambridge.
BRASSEY (Thomas, Lord) (C. ✻), à Londres.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (10).

RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis), à Lyon.
BENOIT (Justin-Miranda-René) ✻, à Sèvres.
LORENTZ (Hendrik-Antoon), à Leyde.
CROOKES (Sir William), à Londres.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOË (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (Sir William) (O. ✻), à Londres.
FISCHER (Emil), à Berlin.

Messieurs :

SABATIER (Paul), à Toulouse.
FORCRAND (Hippolyte-Robert DE), à Montpellier.
HENRY (Louis), à Louvain.
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) (O. ✻), à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien) ✻, à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
ŒHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
BRÖGGER (Wlademar-Christofer), à Christiania.
HEIM (Albert), à Zurich.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
WARMING (Johannes-Eugenius-Beilow), à Copenhague.
FLAHAULT (Charles-Henri-Marie) ✻, à Montpellier.
BERTRAND (Charles-Eugène) ✻, à Lille.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (C. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse) (O. ✻), à Bordeaux.
KUEHN (Julius), à Halle.

Messieurs :

WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
TISSERAND (Louis-Eugène) (G. O. ✻), à Vaucresson.
FLICHE (Paul) ✻, à Nancy.
HECKEL (Édouard-Marie) (O. ✻), à Marseille.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ✻), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ✻), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
METCHNIKOFF (Élie) (O. ✻), à Sèvres.
WALDEYER (Henri-Guillaume-Godefroi), à Berlin.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernest VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heildelberg.
BACCELLI (Guido), à Rome.
CALMETTE (Léon-Charles-Albert) (O. ✻), à Lille.
N. . . . .
N. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

M. A. CHAUVEAU, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1907.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1908.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXLII (1er semestre 1906) et le Tome CXLIII (2e semestre 1906) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1907 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Tome L, Mémoire n° 1. Ce Mémoire, ayant pour titre : *Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir à mince paroi,* par M. J. Boussinesq, est terminé. — Mémoire n° 2. Ce Mémoire posthume de M. Marcel Bertrand a pour titre : *Mémoire sur les*

refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux; les vingt premiers placards ont été tirés.

Mémoires des Savants étrangers. — Tome XXXIII. Les Mémoires n^{os} 1, 2 et 3 sont imprimés; le Mémoire n° 4, dont le manuscrit est déposé, est un travail, couronné par l'Académie, de M. Hadamard, sur la question qui avait été mise au concours pour le prix Vaillant de 1907.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1907.

Membres décédés.

Section d'Astronomie : M. **Lœwy**, le 15 octobre; M. **Janssen**, le 23 décembre.

Section de Chimie : M. **Moissan**, le 20 février.

Section de Minéralogie : M. **Marcel Bertrand**, le 13 février.

Secrétaire perpétuel : M. **Berthelot**, le 18 mars.

Académicien libre : M. **Laussedat**, le 19 mars.

Associé étranger : Lord **Kelvin**, à Glasgow, le 17 décembre.

Membres élus.

Section de Chimie : M. **Le Chatelier**, le 6 mai, en remplacement de M. Moissan, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Douvillé**, le 29 avril, en remplacement de M. Marcel Bertrand, décédé; M. **Wallerant**, le 11 novembre, en remplacement de M. de Lapparent, élu Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques.

Secrétaire perpétuel : M. **de Lapparent**, le 13 mai, en remplacement de M. Berthelot, décédé.

Académiciens libres : le Prince **Roland Bonaparte**, le 4 février, en remplacement de M. Bischoffsheim, décédé; M. **Jules Tannery**, le 11 mars, en remplacement de M. Brouardel, décédé; M. **Carpentier**, le 13 mai, en remplacement de M. Laussedat, décédé.

Membres à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Lœwy**, décédé; M. **Janssen**, décédé.

Associé étranger : Lord **Kelvin**, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1907.

Correspondants décédés.

Section d'Astronomie : M. **Trépied**, à Alger, le 10 juin; M. **Vogel**, à Potsdam, le 13 août; M. **Asaph Hall**, à Annapolis, le 22 novembre.

Section de Physique : M. **Crova**, à Montpellier, le 21 juin.

Section de Chimie : M. **Mendeleef**, à Saint-Pétersbourg, le 2 février.

Section de Minéralogie : M. **Carl Klein**, à Berlin, le 23 juin.

Section de Botanique : M. **Maxwell-Tylden Masters**, à Ealing, le 29 mai.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Hergott**, à Nancy, le 4 mars.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Aimé Witz**, à Lille, le 15 avril, en remplacement de M. Boltzmann, décédé.

Section d'Astronomie : M. **E.-C. Pickering**, à Cambridge (Massachusetts), le 29 juillet, en remplacement de M. Rayet, décédé.

Section de Géographie et Navigation : Sir **George Darwin**, à Cambridge, le 23 décembre, en remplacement de M. Bienaymé, décédé; Lord **Brassey**, à Londres, le 30 décembre, en remplacement de M. Oudemans, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Heckel**, à Marseille, le 11 novembre, en remplacement de M. Laurent, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Sire**, à Besançon, décédé le 12 septembre 1906.

Section d'Astronomie : M. **Trépied**, à Alger, décédé le 10 juin 1907; M. **Vogel**, à Potsdam, décédé le 13 août 1907; M. **Asaph Hall**, à Annapolis, décédé le 22 novembre 1907.

Section de Géographie et Navigation : M. **Augustin Normand**, au Havre, décédé le 21 décembre 1906.

Section de Physique : M. **Crova**, à Montpellier, décédé le 21 juin 1907.

Section de Chimie : M. **Mendeleef**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 2 février 1907.

Section de Minéralogie : M. **Carl Klein**, à Berlin, décédé le 23 juin 1907.

Section de Botanique : M. **Maxwell-Tylden Masters**, à Ealing, le 29 mai 1907.

Section de Médecine et Chirurgie : Sir **Burdon Sanderson**, à Oxford, décédé en 1905; M. **Hergott**, à Nancy, décédé le 4 mars 1907.

RAPPORTS.

Rapport présenté, au nom de la Section de Géographie et Navigation, au sujet d'un vœu émis par la Société de Géographie de Paris, relativement aux dépêches météorologiques d'Islande ; par M. **Bouquet de la Grye.**

La Commission centrale de la Société de Géographie de Paris a fait transmettre au Président de l'Académie des Sciences un vœu tendant à faire assurer par les Pouvoirs publics l'arrivée télégraphique quotidienne en France des dépêches météorologiques de l'Islande et des îles Feroe.

A l'heure actuelle, tous les États de l'Europe reçoivent ces dépêches moyennant un abonnement annuel qui est descendu à 6000^{fr}. La France seule emprunte les chiffres donnant la pression barométrique et la température en Islande aux publications anglaises, d'où un retard de 24 heures.

Or les météorologistes savent que presque tous les cyclones venant de l'Ouest se sont fait sentir en Islande au moins 24 heures avant de frapper les côtes d'Angleterre et 48 heures avant les nôtres.

Si nous avions une correspondance directe avec l'Islande, l'annonce des coups de vent serait signalée plus tôt, nos Bulletins auraient une valeur supérieure et des sinistres pourraient être évités.

Cette situation n'a pas échappé aux Directeurs du Bureau central météorologique, des demandes pressantes ont été faites et, s'il y avait encore quelque hésitation à assurer ce service, un vœu de l'Académie montrerait l'intérêt qu'elle prend à tout ce qui peut, pour nos marins, diminuer les dangers de la navigation.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. E. **Levasseur**, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, Administrateur du Collège de France, fait hommage à l'Académie d'une Notice sur *Marcelin Berthelot.*

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de M. *Asaph Hall*, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

Lord Brassey, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le 27ᵉ Cahier du Service géographique de l'armée : *Topographie d'exploration*. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

M. E.-E. Blaise adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les transformations de la comète* 1907 *d*. Note de M. Ernest Esclangon, présentée par M. Deslandres.

J'ai l'honneur de présenter dans cette Note un résumé des observations que j'ai pu faire à l'Observatoire de Bordeaux sur la comète Daniel (1907 *d*) pendant les mois d'août et septembre.

Le ciel s'est montré incomparablement beau durant cette période et j'ai pu observer la comète jusqu'au 17 septembre, alors qu'elle se levait très peu de temps avant le Soleil.

En dehors des observations de position, j'ai pu faire une étude très attentive des variations qui se sont produites dans la forme de la comète à l'approche du périhélie (4 septembre). Ces variations se sont montrées assez caractéristiques, comme on peut le voir sur les figures ci-contre.

Les observations ont été faites par l'œil au grand équatorial de l'Observatoire ($0^m,38$) avec un grossissement de 140 fois.

Le 31 juillet, on pouvait distinguer trois éléments principaux dans la forme de la comète : 1° le noyau, très brillant, d'un diamètre de 8″, avec, à l'avant, du côté du Soleil, un éventail d'aigrettes (*fig.* 1) étalé à 90°; 2° la tête, nébulosité sensiblement circulaire, de 5′ de diamètre environ, entourant le noyau; 3° la nébulosité générale qui comprend les queues.

A partir du 20 août, des modifications considérables se produisent dans la région de

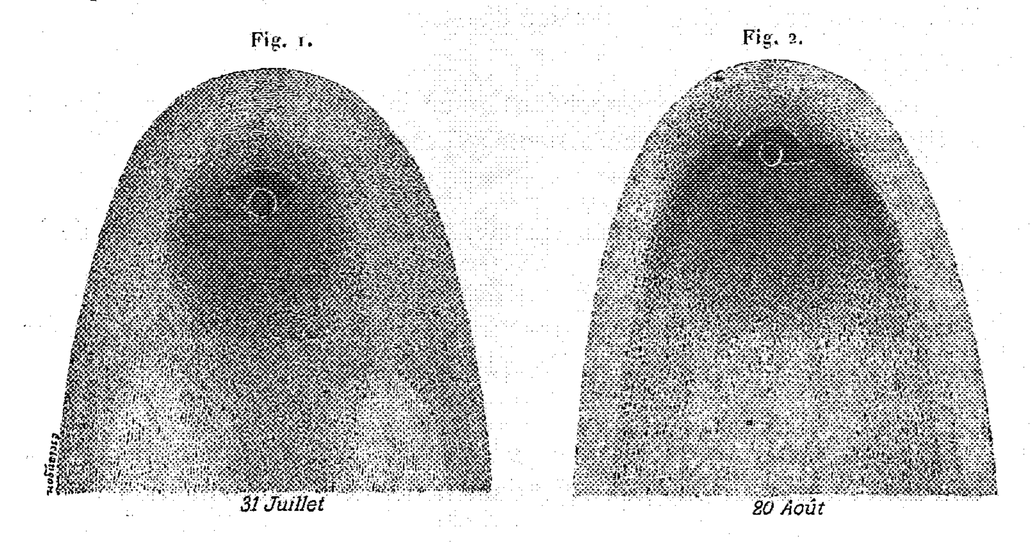


Fig. 1. 31 Juillet
Fig. 2. 20 Août

la tête (*fig.* 2 et 3). La partie en éventail en contact avec le noyau se modifie entièrement. Les bords s'ouvrent de plus en plus et finissent par se recourber en arrière;

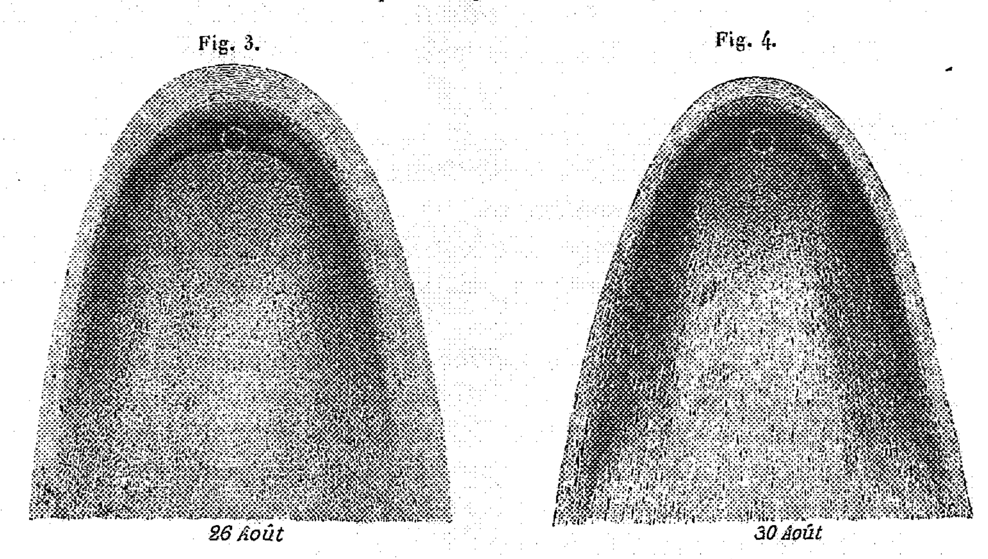
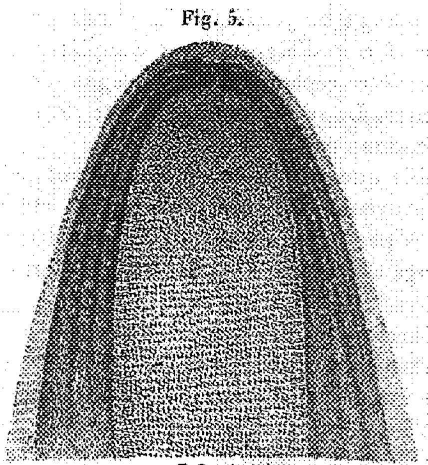


Fig. 3. 26 Août
Fig. 4. 30 Août

de la matière nébuleuse semble s'en échapper, comme si les particules composant les aigrettes, maintenues primitivement en avant par une force répulsive émanée du noyau lui-même, cédaient peu à peu à la force répulsive solaire, qui devient de plus en plus considérable. Le 30 août (*fig.* 4), ces transformations s'exagèrent, et le 7 septembre (*fig.* 5), 3 jours après le passage au périhélie, on ne distingue plus d'aigrette. Les transformations de la tête ont atteint leur entier développement, qui *n'a*

Fig. 5.



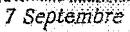
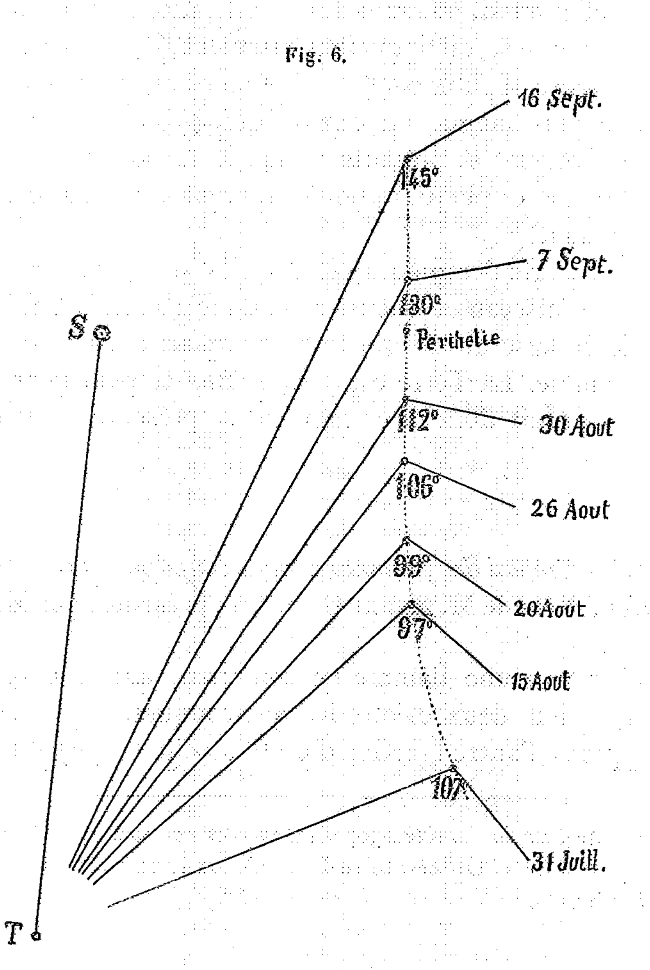

7 Septembre

Fig. 6.


16 Sept.
145°
7 Sept.
130°
Périhélie
112°
30 Aout
106°
26 Aout
99°
20 Aout
97°
15 Aout
107°
31 Juill.
S
T

lieu ainsi qu'après le passage au périhélie. La partie qui se présentait le 31 juillet et encore le 20 août sous forme d'aigrettes est complètement désagrégée; la matière qui la composait semble s'être répandue dans la région des queues, où elle s'étale en bandes minces et brillantes. Le 16 septembre, la tête de la comète conservait encore cet aspect qui apparaît comme très stable.

En définitive, il semble que la nébulosité constituant primitivement les aigrettes (et, du reste, pouvant provenir du noyau lui-même) a été progressivement refoulée dans la région des queues par l'accroissement de la répulsion solaire, et ceci explique pourquoi, après le passage au périhélie, la comète n'a point repris ses formes primitives.

MM. Deslandres et Bernard, à Meudon, M. Chrétien, à Nice, ont trouvé que le spectre du noyau différait de celui de la queue. Il serait intéressant de savoir si ce caractère s'est maintenu intégralement après le passage au périhélie. Il est clair que, si la matière avoisinant le noyau s'est répandue dans la queue, le spectre de cette dernière a dû être profondément modifié.

Les queues, elles aussi, ont subi des modifications de forme importantes. Le 4 août, 7 queues se distinguaient aisément (¹). Les queues médianes sont les plus longues. Toutes sont sensiblement rectilignes à l'exception de l'une d'elles, la plus longue au centre, qui, primitivement rectiligne, se courbe progressivement et présente même le 12 août un point d'inflexion à 20′ de la tête; sur les plaques photographiques, on peut compter jusqu'à 11 queues le 12 août (²).

Le 31 juillet, l'angle des queues extrêmes est de 36°; le 18 août, il est seulement de 23°; le faisceau de queues s'est donc resserré. Cela s'explique en admettant que le faisceau de queues était aplati dans le sens du plan de l'orbite de la comète. La Terre est passée dans ce plan le 18 août; le faisceau de queues devait donc à ce moment se présenter sous un angle minimum.

ÉLECTRICITÉ. — *Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension.* Note de M. ANDRÉ CATHIARD, présentée par M. Lippmann.

Si l'on présente à une flamme ne contenant aucun corps conducteur solide en suspension deux électrodes quelconques, l'une de surface très petite par rapport à l'autre (section d'un fil ou d'une tige) et toutes les deux

(¹) Voir ma Note *Sur la comète* 1907 *d* (*Comptes rendus*, 19 août 1907).

(²) Photographie faite à l'Observatoire de Bordeaux le 12 août, par M. Godard, avec une pose de 45 minutes.

reliées à une source alternative à haute tension, on constate le passage d'un courant de même sens, allant à travers la flamme de la grande électrode vers la petite.

Le phénomène est très accentué si l'on prend comme petite électrode un conducteur de forme effilée.

Dans ces conditions, il se produit dans la flamme une sorte d'arc très peu lumineux et dont le point de contact sur la grande électrode, qui est positive, est en mouvement.

Les expériences ont porté sur plusieurs sortes d'électrodes et de flammes, hydrogène, alcool, gaz d'éclairage, et en particulier sur cette dernière obtenue par un bec Mecker de 300^l à l'heure, avec électrodes en charbon graphitique. La petite surface était constituée par la section cylindrique d'une baguette de charbon de 5^{mm} de diamètre. Tensions de 2000 à 10000 volts obtenues par un transformateur. Fréquence : 40 périodes par seconde. Distance entre électrodes variant de 5^{mm} à 10^{cm}, dans le même plan ou dans des plans différents perpendiculaires à la flamme.

Si l'on retirait la petite électrode de la flamme, le phénomène restait le même jusqu'à devenir nul lorsque cette électrode était trop éloignée.

L'intensité moyenne du courant, mesurée par un ampèremètre à cadre mobile, n'a jamais dépassé 0,03 ampère. Au-dessus il y avait formation d'arc brillant avec transport de carbone solide, et le phénomène cessait.

Des relevés oscillographiques n'ont pas encore été effectués, mais disons de suite, à titre de renseignement, que le courant était suffisamment de même sens pour permettre l'obtention de dépôts galvaniques.

Enfin, pour une distance d'électrodes donnée, si l'on diminuait la tension, l'intensité du courant diminuait, puis le phénomène s'inversait. On était alors retombé dans les expériences de Hanckel (¹).

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de la formation de certaines pierres précieuses de la famille des Aluminides.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons signalé dans une de nos précédentes Notes (²) que le changement de couleur des corindons sous l'influence du bromure de radium à haute activité ne pouvait être attribué à des phénomènes d'oxydation, puisque ces changements de couleur se manifestaient avec au moins autant

(¹) Verdet, *Annales de Chimie et de Physique,* 1860, etc.; Moreau, *Id.*, 1903; Semenov, *Id.*, 1904.

(²) *Comptes rendus*, 1907, n° 20.

de rapidité et d'intensité dans l'azote liquide qu'à la température ordinaire.

Il nous a paru intéressant d'étudier l'action du radium sur les corindons à des températures supérieures à 100°.

L'expérience serait assez délicate à réaliser, car le bromure de radium perd rapidement son activité sous l'influence de la chaleur, et, comme il faut que le sel de radium soit en contact avec la pierre, le problème paraît donc difficile à résoudre.

Avant de nous aventurer dans cette voie et risquer de détériorer pour un certain temps plusieurs milligrammes de radium à haute activité, nous avons étudié de plus près l'action de la chaleur sur les corindons colorés artificiellement par le radium et des corindons jaunes (topaze orientale).

Nous n'avions pas constaté de changements notables de coloration lors de nos premières expériences ([1]); les pierres n'avaient été soumises à l'action de la chaleur d'une flamme d'un brûleur Mecker que pendant quelques minutes seulement; en sera-t-il de même si l'on prolonge cette action pendant plusieurs heures?

L'expérience consiste à maintenir un corindon jaune à une température de 300° pendant un certain temps; on y arrive très aisément en plaçant la pierre dans un bain d'alliage de plomb et d'étain dont la température est maintenue constante à l'aide d'un régulateur Schlœsing. La pierre flotte sur le bain; on la recouvre alors d'un morceau de carton d'amiante, afin de l'isoler complètement en la maintenant à la température voulue.

Après 3 heures de chauffage le corindon jaune pâlit, et, au bout de 4 heures, il a repris sa transparence et sa coloration primitives.

Cette expérience a été refaite avec des topazes d'Orient, et le résultat a été identique. Une température prolongée de 300° fait donc disparaître la couleur jaune des corindons jaunes artificiels, ainsi que la coloration des corindons jaunes naturels.

Cette propriété qu'ont certains corindons colorés de revenir à leur couleur primitive sous l'influence de la chaleur peut être utilisée pour reproduire certaines pierres précieuses, comme le corindon vert ou émeraude d'Orient.

Cette pierre d'une extrême rareté n'est, à notre avis, qu'un corindon bleu ou saphir dont la coloration bleue aurait été exactement neutralisée par du jaune produit par la radioactivité du sol.

Cette hypothèse se vérifie par l'expérience. Si l'on soumet un saphir à l'action du

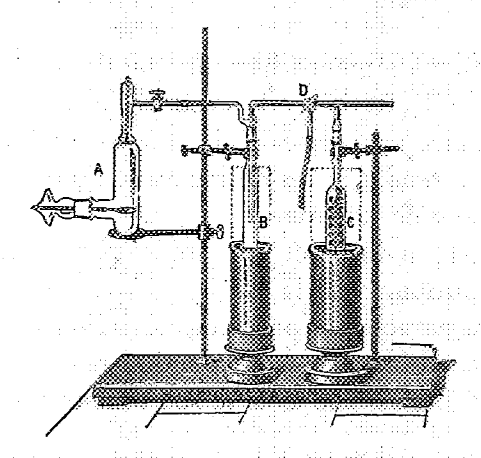
([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 710.

radium, il passe peu à peu au vert. Mais, comme il est très difficile de doser exactement la quantité de jaune nécessaire pour faire passer la pierre du bleu au vert, il arrive que le plus souvent on dépasse le but, et la pierre prend alors une teinte vert chou peu agréable. Si l'on utilise la propriété qu'ont les corindons de revenir à leur couleur initiale sous l'influence d'une élévation de température, on peut, avec un peu de pratique, enlever par la chaleur l'excès de couleur jaune (les saphirs comme les rubis ne sont pas, bien entendu, modifiés par la chaleur) et obtenir des corindons d'un beau vert, c'est-à-dire l'émeraude d'Orient.

Ces expériences semblent donc bien prouver que les topazes d'Orient, par exemple, n'étaient pas colorées au moment de leur formation. Cette coloration jaune a été fort vraisemblablement produite plus tard sous l'influence de la radioactivité du sol.

Nous avions montré que, parmi les radiations émises par le radium, les rayons α devaient être laissés de côté, puisqu'ils ne traversent pas l'enveloppe en verre du tube contenant le radium; nous avons fait voir que les rayons X, analogues aux rayons γ, agissaient sur les corindons; il nous restait à étudier l'action des rayons β, analogues aux rayons cathodiques.

Nous avons employé, en le modifiant, l'appareil que nous avons décrit



avec M. d'Arsonval ([1]) pour produire le vide à l'aide des basses températures.

Nous avons supprimé l'ampoule de Crookes qui nous servait de manomètre et nous l'avons remplacée par un tube de verre dont l'anticathode horizontale est fixée au sommet d'un bouchon en verre rodé soigneusement après le tube.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 567.

En se servant d'azote liquide et suivant la technique que nous avons indiquée, on obtient en peu d'instants un vide suffisant pour produire le bombardement cathodique sur la pierre placée dans la capsule en platine iridié.

Mais, comme l'élévation de température pourrait nuire à l'expérience d'après ce que nous venons de dire plus haut, on peut, soit en déviant le pinceau cathodique avec un aimant, soit en interrompant fréquemment le courant de la bobine, obtenir un bombardement efficace sans élévation de température. On peut aussi introduire la pierre dans le tube de telle façon qu'elle soit protégée par la capsule contre le bombardement direct.

L'expérience a montré que les corindons incolores ne passent pas au jaune comme cela a lieu avec les rayons X, d'autre part, que les corindons jaunes conservent leur couleur. Ces faits démontrent que les rayons cathodiques, analogues aux rayons β du radium, sont sans action sur les corindons.

ACOUSTIQUE. — *Sur les harmoniques d'un corps vibrant*. Note de MM. G. SIZES et G. MASSOL, présentée par M. J. Violle.

L'accord de septième mineure harmonique de dominante, celui qui est constitué par les sons 4, 5, 6 et 7 de l'échelle harmonique naturelle, est le plus puissant auxiliaire pour déterminer une tonalité musicale. Cette puissance lui vient de la tendance résolutive du son 7 qui oblige la conclusion de cet accord sur celui de tonique.

C'est sa découverte auditive et son emploi par Monteverde au début du XVII^e siècle qui révolutionnèrent la musique d'alors et créèrent l'art musical moderne, lequel est caractérisé par l'emploi des harmonies résolutives (1).

Nous poserons en principe que la fonction résolutive du son 7 n'existe que lorsque celui-ci est associé avec le son fondamental (2) de l'échelle ou l'une de ses octaves avec lesquelles il est dans les rapports $\frac{7}{1}, \frac{7}{2}, \frac{7}{4}, \ldots$

---

(1) La démonstration en fut faite par Cornu et Mercadier en 1859 (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 301 et 424).

(2) Comme il pourrait y avoir amphibologie entre le son fondamental de l'échelle (son 1) et le son fondamental des physiciens (qui donne sa hauteur au son complexe), nous proposons d'appeler *son prédominant* le fondamental des physiciens et de réserver le nom de *son fondamental* au son 1 de l'échelle, c'est-à-dire à celui dont la hauteur est un sous-multiple exact de la hauteur de tous les autres sons partiels.

Partant de ce principe et nous reportant à notre précédente Note [1], nous sommes amenés à conclure que les rapports harmoniques de la série des sons donnés par le diapason ut_0 étudié ne permettent pas de considérer le son le plus grave trouvé, ut_{-4}, comme son fondamental (ou son 1) de l'échelle générale.

Au point de vue purement physique, on peut remarquer que les sons $\underline{mi^\flat}_{-3}$ et *fa*$_{-3}$, en rapport respectivement de tierce mineure harmonique $\frac{7}{6}$ et de quarte $\frac{4}{3}$ avec ut_{-3}, ne peuvent, en ce qui concerne leur hauteur, être exprimés par un nombre entier à l'aide du son ut_0.

D'autre part, *au point de vue purement musical*, nous sommes obligés de considérer $\underline{mi^\flat}_{-3}$ comme étant le son 7 d'une fondamentale inconnue dont *fa*$_{-3}$ serait une des octaves supérieures; ces deux sons (*fa*$_{-3}$ et $\underline{mi^\flat}_{-3}$) étant dans le rapport $\frac{8}{7}$.

Les trois sons *fa*, *ut*, $\underline{mi^\flat}$, ramenés dans une même octave, ne sont autres que trois notes caractéristiques de l'accord de septième mineure harmonique de dominante (*fa*) du ton de $si^\flat$ majeur.

D'autre part, la présence de la quinte de $\underline{mi^\flat}_{-3}$ qui est $\underline{si^\flat}_{-3}$, en fonction aussi de septième harmonique avec ut_{-4} et ut_{-3} $\left(\text{rapports } \frac{7}{2} \text{ et } \frac{7}{4}\right)$, ne peut s'expliquer que quand $\underline{si^\flat}_{-3}$ intervient comme vingt et unième harmonique d'une échelle dont le son fondamental est *fa*$_{-7}$.

Par suite, nous sommes amenés à considérer une loi plus générale et plus simple que celle de Chladni, une loi d'après laquelle les sons de l'échelle harmonique naturelle sont entre eux comme la série des nombres entiers. Tous les sons produits par un corps sonore doivent être des multiples entiers du véritable son fondamental, ou son 1. Dans la réalité les séries de sons produites par les corps sonores ne sont, en général, que des échelles incomplètes.

En appliquant cette théorie à la série de sons reproduite ci-après, nous avons dû admettre qu'elle avait comme son 1 la vibration fondamentale hypothétique *fa*$_{-7}$, faisant $\frac{1}{3}$ de vibration double. Dans ce cas l'ut_{-4} (le plus grave qui s'est inscrit) fait fonction de sixième harmonique de l'échelle générale et les autres sons [2] se classent naturellement avec leurs rapports exacts.

C'est la démonstration de la thèse soutenue par M. Camille Saint-Saëns dans son volume *Harmonie et mélodie*.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 872.

(2) Du moins ceux que nous avons pu obtenir, l'insuffisance des vitesses de notre enregistreur ne nous ayant pas permis de pousser plus loin l'étude des sons suraigus, dont les fines dentelures des courbes permettent de pressentir l'existence. Les vitesses avec lesquelles ces expériences ont été faites sont de : un tour en 1, 10 et 60 secondes.

Classification des sons de l'échelle partielle donnée par un diapason ut_0, dans l'échelle générale de fa_{-7}.

Noms des sons	(fa_{-7})	ut_{-4}	ut_{-3}	$\underline{mi}^{\flat}_{-3}$	fa_{-3}	$\underline{si}^{\flat}_{-3}$	ut_{-2}	fa_{-2}	ut_{-1}	sol_{-1}	$\underline{si}^{\flat}_{-1}$
Nombre de vibrations	$\left(\frac{1}{3}\right)$	2^v	4^v	$4^v\frac{2}{3}$	$5^v\frac{1}{3}$	7^v	8^v	$10^v\frac{2}{3}$	16^v	24^v	28^v
Ordre des harmoniques et rapports à la fondamentale	(1)	6	12	14	16	21	24	32	48	72	84

Noms des sons	ut_0	fa_0	sol_0	ut_1	sol_1	$sol^{\sharp}_1$	ut_2	$\underline{ré}_2$	$sol^{\sharp}_2$	$\underline{si}^{\flat}_2$	si_2	ut_3	$ut^{\sharp}_3$	$\underline{ré}_3$
Nombre de vibrations	32^v	$42^v\frac{2}{3}$	48^v	64^v	96^v	100^v	128^v	140^v	200^v	224^v	240^v	256^v	$266^v\frac{2}{3}$	280^v
Ordre des harmoniques et rapports à la fondamentale	96	128	144	192	288	300	384	420	600	672	720	768	800	840

Noms des sons	$sol^{\sharp}_3$	$ut^{\sharp}_4$	$ré^{\sharp}_4$	$sol^{\sharp}_4$	si_4	ut_5	$ut^{\sharp}_5$	$\underline{ré}_5$	$\underline{ré}_6$
Nombre de vibrations	400^v	$533^v\frac{1}{3}$	600^v	800^v	960^v	1024^v	$1066^v\frac{2}{3}$	1120^v	2240^v
Ordre des harmoniques et rapports à la fondamentale	1200	1600	1800	2400	2880	3072	3200	3360	6720

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux homologues de l'acide diglycolique.* Note de MM. E. **Jungfleisch** et M. **Godchot.**

L'étude de l'acide dilactylique nous a conduits à préparer les premiers homologues de l'acide diglycolique. La connaissance de cette série de composés présentant des faits d'intérêt général, nous avons cru devoir examiner quelques homologues plus élevés.

I. Acide α-éthyl-α_1-méthyldiglycolique

$$CO^2H - \underset{(\alpha)}{CH}(CH^2 - CH^3) - O - \underset{(\alpha_1)}{CH}(CH^3) - CO^2H.$$

— L'éther diéthylique de cet acide s'obtient par l'action, en liqueur éthérée, de molécules égales d'α-bromobutyrate d'éthyle et de lactate d'éthyle sodé (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 979 et t. CXLV, p. 70).

L'*α-éthyl-α_1-méthyldiglycolate diéthylique* est un liquide à odeur éthérée, insoluble dans l'eau, bouillant à 130° ($H = 0^m,025$); sa densité à 16° est 1,0774. Saponifié par la soude alcoolique, il donne le sel neutre de sodium correspondant, qui se précipite cristallisé lorsqu'on ajoute de l'alcool à la liqueur concentrée. Ce sel, traité par un léger excès d'acide sulfurique dilué, fournit l'acide libre, que l'on extrait au moyen de l'éther. Ce dernier, séché au sulfate de sodium, donne, par évaporation, un liquide sirupeux qui, dans une atmosphère sèche, cristallise en grande partie. Les cristaux

essorés sont très solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, moins solubles dans la benzine froide; dissous dans ce dernier liquide chaud, ils se déposent, par refroidissement, en petites aiguilles fusibles à 69°. Les sels sont très solubles dans l'eau; le sel acide de magnésium cristallise nettement.

Par distillation dans le vide, vers 140°-150°, l'acide libre perd de l'eau et se transforme partiellement en anhydride. La même déshydratation est réalisée complètement par l'action du chlorure acétique bouillant; on isole, par distillation, l'*anhydride α-éthyl-α_1-méthyldiglycolique*

$$\begin{array}{ccccc} CH^3 - CH^2 - & \overset{(\alpha)}{CH} & - & CO & \\ & / & & \backslash & \\ & O & & O. & \\ & \backslash & & / & \\ CH^3 - & \underset{(\alpha_1)}{CH} & - & CO & \end{array}$$

Celui-ci est un liquide mobile, à odeur piquante, bouillant à 125°-130° ($H = 0^m,020$); sa densité à 16° est 1,1556; traité par l'eau, il régénère l'acide.

En soumettant l'α-éthyl-α_1-méthyldiglycolate diéthylique à l'action de l'ammoniaque alcoolique, le *diamide correspondant*,

$$AzH^2 - CO - CH(CH^2 - CH^3) - O - CH(CH^3) - CO - AzH^2,$$

se forme peu à peu; il cristallise après évaporation de la liqueur. Il constitue des fines aiguilles, fusibles à 140°-142°.

II. Acide αα-diméthyl-α_1-méthyldiglycolique

$$CO^2H - \underset{(\alpha)}{C}(CH^3)^2 - O - \underset{(\alpha_1)}{CH}(CH^3) - CO^2H.$$

— Il est isomère du précédent et s'obtient d'une manière analogue, sous forme d'éther, par l'action de l'α-bromo-isobutyrate d'éthyle sur le lactate d'éthyle sodé. Le rendement est inférieur à celui des réactions fournissant les homologues précédents.

L'éther neutre αα-diméthyl-α_1-méthyldiglycolique est un liquide mobile, insoluble dans l'eau, de densité 1,0507 à 16°, présentant une odeur éthérée, bouillant entre 130° et 135° ($H = 0^m,025$). Il donne, par saponification, un sel neutre de sodium qui fournit ensuite l'acide libre.

L'acide αα-diméthyl-α_1-méthyldiglycolique n'a pu être obtenu cristallisé. Abandonné pendant plusieurs mois dans le vide sec, il est resté sirupeux. L'analyse acidimétrique du corps desséché, ainsi que l'analyse des sels de sodium ou de zinc, établissent cependant sa composition.

D'ailleurs, lorsqu'on le déshydrate par le chlorure acétique bouillant, on obtient l'*anhydride αα-diméthyl-α_1-méthyldiglycolique*,

$$\begin{array}{ccc} & {\scriptstyle(\alpha)} & \\ (CH^3)^2 = & C & - \; CO \\ \diagup & & \diagdown \\ O & & O; \\ \diagdown & & \diagup \\ CH^3 - & CH & - \; CO \\ & {\scriptstyle(\alpha_1)} & \end{array}$$

celui-ci est un liquide mobile, bouillant à 112°-116° ($H = 0^m,020$), de densité 1,1531 à 16°. Hydraté par l'eau, il fournit, en quantité théorique, l'acide correspondant.

Le sel neutre de sodium est très soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool; celui-ci le précipite en fines aiguilles. Le sel de zinc est amorphe, assez soluble dans l'eau, beaucoup moins soluble dans l'alcool.

Le *diamide αα-diméthyl-α_1-méthyldiglycolique*,

$$AzH^2 - CO - C(CH^3)^2 - O - CH(CH^3) - CO - AzH^2,$$

s'obtient comme son isomère précité, auquel il ressemble. Il cristallise en petites lamelles incolores, fusibles vers 150°, après ramollissement.

III. Acide α-isopropyl-α_1-méthyldiglycolique,

$$CO^2H - \underset{(\alpha)}{CH}[CH = (CH^3)^2] - O - \underset{(\alpha_1)}{CH}(CH^3) - CO^2H.$$

— L'éther diéthylique de cet acide résulte de l'action de l'α-bromo-isovalérianate d'éthyle sur le lactate d'éthyle sodé. Le rendement est ici beaucoup plus faible, par suite de réactions secondaires, donnant l'acide acrylique et principalement l'acide diméthylacrylique.

Cet éther est un liquide de densité 1,0398 à 16°; il est incolore et insoluble dans l'eau; il bout à 137°-140° ($H = 0^m,015$).

IV. Acide dilactylique,

$$CO^2H - \underset{(\alpha)}{CH}(CH^3) - O - \underset{(\alpha_1)}{CH}(CH^3) - CO^2H.$$

— Nous avons décrit antérieurement cet *acide $\alpha\alpha_1$-diméthyldiglycolique* ou *acide diméthyldiglycolique symétrique* (*Comptes rendus*, t CXLIV, p. 979). Par transformation en sel de brucine, nous l'avons séparé en deux acides actifs cristallisés : le sel de brucine de l'acide droit est beaucoup moins soluble que celui du gauche. Les sels de magnésium de l'acide-*d*, de l'acide-*l* et de l'acide-($d + l$) sont nettement cristallisés; les pouvoirs rotatoires des deux premiers sont relativement considérables; d'ailleurs les deux activités

opposées de ces acides sont telles que les pouvoirs rotatoires de leurs sels de brucine diffèrent d'une quinzaine de degrés.

D'autre part, notre méthode synthétique permet de produire des acides dilactyliques actifs d'un autre genre. Par exemple, l'action de l'α-bromopropionate d'éthyle racémique sur le lactate d'éthyle droit sodé nous a fourni un éther dilactylique actif ($\alpha_D = -40°$) dont l'acide est cristallisé et forme un sel de sodium lévogyre ($\alpha_D = -20°$). L'intervention du sodium n'altère donc pas l'activité, dans les conditions adoptées, et la méthode est susceptible de fournir des corps actifs très variés; nous en poursuivons l'application.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mécanisme des transpositions phényliques chez les iodhydrines et les glycols aromatiques.* Note de M. **Marc Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

L'étude des diverses transpositions phényliques m'a conduit antérieurement à établir les conclusions suivantes [1] : seuls sont susceptibles de fournir des transpositions moléculaires au cours de leur transformation en aldéhydes ou cétones :

1° Les α-glycols, α-chlorhydrines et oxydes d'éthylène tétrasubstitués (*transpositions pinacoliques*);

2° Les glycols polysubstitués aromatiques de formules générales

$$Ar - CHOH - COH\begin{smallmatrix} \diagup R \\ \diagdown R' \end{smallmatrix} \qquad \text{et} \qquad Ar - CHOH - CHOH - Ar',$$

et les halohydrines aromatiques de formules générales

$$Ar(R) = C(OH) - CHX - R' \qquad \text{et} \qquad Ar - CHOH - CX = RR',$$

c'est-à-dire en définitive tous les composés glycols ou halohydrines aromatiques qui, lors de leur transformation en aldéhydes ou cétones, conservent au voisinage du C^6H^5 leur oxygène oxhydrylique (*transpositions phényliques*).

Malgré leur précision, ces conclusions n'ont pas toujours été exactement interprétées; bien que l'expression : *seuls sont susceptibles de fournir des transpositions, etc.*, ne soit pas équivalente de : *fournissent toujours des*

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 375.

transpositions, etc., MM. Houben et Führer m'ont tout récemment (*D. Chem. Ges.*, t. XL, p. 4991) attribué arbitrairement une règle générale d'après quoi tous les α-glycols et α-chlorhydrines qui, après élimination d'eau ou d'hydracide, ont conservé leur oxhydryle au voisinage du groupe phényle, doivent nécessairement subir une transposition moléculaire.

Je croyais bien cependant avoir assez souvent montré dans quelles mesures les transpositions moléculaires sont conditionnées par la *nature du réactif* (¹).

Ainsi, pour ce qui est des halohydrines telles que Ar—CHOH—CHX—R, j'ai toujours insisté (²) sur ce fait que certains réactifs les transforment en oxydes d'éthylène sans migration

$$Ar - CHOH - CHX - CH^3 \xrightarrow{-HX} Ar - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH} - CH^3,$$

et d'autres en aldéhydes avec migration

$$Ar - CHOH - CHX - CH^3 \xrightarrow{-HX} Ar - CH\langle{}^{CHO}_{CH^3}.$$

Également, pour ce qui concerne les éthers oxydes correspondants

$$Ar - CH(OR) - CHX - R,$$

j'ai pu signaler les différences d'action produites par divers réactifs (³) : les uns (réactifs transpositeurs : HgO, NO^3Ag, Ag^2O) provoquent la migration du radical aromatique

$$Ar - CH(OR) - CHX - R \xrightarrow{-HX} CH(OR) = CH\langle{}^{Ar}_{R},$$

les autres (KOH alcoolique, éthylates alcalins) éliminent une molécule d'hydracide sans transposition, non seulement avec les dérivés de l'anéthol (⁴) comme l'ont réalisé autrefois Wallach et Pond,

$$OCH^3 - C^6H^4 - CH(OR) - CHI - CH^3 \xrightarrow{-HI} OCH^3 - C^6H^4 - C(OR) = CH - CH^3,$$

(¹) Je ne crois pas, comme MM. Houben et Führer, que la nature du solvant intervienne, puisque j'ai pu, en solution alcoolique, transposer par Ag^2O les alkyliodhydrines du styrolène en phénylacétaldéhyde; de même la nature de l'halogène, quoique souvent spécifique, peut quelquefois être indifférente.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 685. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. X, p. 371 et 377.

(³) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 595; *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. I, p. 1212.

(⁴) *Loc. cit.*

mais encore avec les dérivés du styrolène [1], comme récemment l'ont réalisé avec la chlorhydrine correspondante MM. Houben et Führer,

$$C^6H^5 - CH(OR) - CH^2I \xrightarrow{-HI} C^6H^5 - C(OR) = CH^2.$$

C'est grâce à ces diverses réactions, que j'ai pu établir le mécanisme des transpositions des iodhydrines aromatiques (par élimination de HI sur un même carbone) et proposer une interprétation (formation intermédiaire d'oxydes diéthyléniques) rendant compte de la nécessité des transpositions chez les glycols de formules générales

$$Ar - CHOH - CHOH - Ar' \quad \text{et} \quad Ar - CHOH - C(OH) \Big\langle {R \atop R'}.$$

Parmi ces derniers un seul glycol, le triphénylglycol, fait encore exception; nous avons constaté, M. Dorlencourt et moi, que, par chauffage avec l'acide sulfurique au quart, ce glycol se transforme non pas en triphénylacétaldéhyde mais en un composé $C^{20}H^{16}O$ fusible à 136°, entièrement identique au corps que Biltz [2] considère comme un alcool vinylique stable: l'alcool triphénylvinylique. Si la constitution adoptée par Biltz est exacte, la stabilité de cet alcool vinylique permettrait d'expliquer, dans une certaine mesure, comment les autres glycols peuvent éliminer H^2O en fournissant des oxydes diéthyléniques alors que le triphénylglycol éliminerait H^2O en passant à l'état d'alcool vinylique plus stable; toutefois, les recherches que nous avons entreprises pour préciser la constitution du composé $C^{20}H^{16}O$ ne sont pas encore terminées.

En ce qui concerne l'interprétation des transpositions des glycols par formation d'oxydes diéthyléniques, j'avais pensé qu'en traitant un monoéther tel que $C^6H^5 - CH(OCH^3) - C(OH)(CH^3)^2$ on obtiendrait un composé méthoxystyrolénique sans transposition :

$$C^6H^5 - CH(OCH^3) - C(OH)(CH^3)^2 \xrightarrow{-H^2O} C^6H^5 - C(OCH^3) = C(CH^3)^2.$$

Or nous avons constaté, M. Dorlencourt et moi, qu'il ne se forme aucunement le composé styrolénique, mais qu'il se produit la même transposition en diméthylphénylacétaldéhyde qu'avec le glycol correspondant [3] :

$$C^6H^5 - CH(OCH^3) - C(OH)(CH^3)^2 \xrightarrow{-CH^3OH} CHO - C \Big\langle {C^6H^5 \atop (CH^3)^2}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 811.
(2) Biltz, *D. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 650.
(3) Tiffeneau et Dorlencourt. *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 1292.

En résumé, si le mécanisme des transpositions des iodhydrines du type général $Ar(R) = C(OH) - CHI - R'$ paraît définitivement établi, l'interprétation du mécanisme des transpositions des glycols aromatiques par formation d'oxydes diéthyléniques ne doit être considérée que comme provisoire.

HISTOLOGIE. — *Structure de la substance fondamentale du cartilage hyalin.* Note de M. **Éd. Retterer**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

La substance fondamentale du cartilage hyalin semble amorphe. Elle résulterait, selon les classiques, soit de la coalescence des capsules, soit de la solidification d'un produit excrété par les cellules cartilagineuses. Par la macération dans certaines solutions altérantes, on y fait apparaître des fibrilles qui sont considérées comme de nature conjonctive ou collagène. Hänsen les aurait même colorées sur le cartilage frais ou bien fixé, lorsqu'elles ne sont pas encore *masquées* par la substance muqueuse propre au cartilage ([1]).

J'ai étudié le cartilage hyalin du Cobaye, de la Salamandre, de l'Axolotl, de la Grenouille et de la Raie. J'ai communiqué à la Société de Biologie ([2]) les résultats relatifs à la structure de la cellule : le cytoplasma est composé, à mon avis, de zones alternativement claires et sombres de protoplasma réticulé.

Sur le même matériel et à l'aide de la technique détaillée dans cette Note, j'ai examiné la structure de la substance fondamentale. Voici les résultats essentiels de ces recherches.

A. *Cobaye.* — La substance fondamentale constitue, entre deux cellules voisines, des travées épaisses, 20^{μ} environ, si l'on fait abstraction des fines trabécules qui existent entre les cellules jeunes. En partant de la zone claire corticale, qui limite le cytoplasma de la cellule cartilagineuse, on distingue les zones suivantes : 1° une *zone granuleuse,* sur laquelle se terminent les filaments radiés du cytoplasma ; 2° une *zone claire,* de 2^{μ} ; 3° une *zone granuleuse,* de 2^{μ} ou 3^{μ}, très colorable ou *chromophile.* Les trois zones précédentes, extérieures au cytoplasma, constituent la *capsule* même de la cellule cartilagineuse.

A la capsule fait suite la substance fondamentale proprement dite. Celle-ci se compose également de lamelles analogues aux zones précédentes et alternativement

(1) Voir l'historique dans le *Journal de l'Anatomie,* 1900, p. 497.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 28 décembre 1907.

sombres et claires. Ces lamelles décrivent de même des courbes concentriques, quoique à rayon plus long, autour des cellules correspondantes, de sorte qu'elles sont emboîtées les unes dans les autres. Vues *de face,* les lamelles *sombres* montrent des filaments granuleux et chromophiles qui se bifurquent et dont les branches de bifurcation continuent à émettre des ramuscules allant se diviser et se subdiviser pour finalement donner naissance à un fin réticulum chromophile. Ces ramuscules et le réticulum qu'ils forment s'étendent dans les lamelles claires, intermédiaires aux lamelles sombres, et y constituent la tramule dont les mailles contiennent l'hyaloplasma.

B. *Axolotl, Salamandre et Grenouille.* — La capsule et la substance fondamentale présentent les mêmes zones, les mêmes lamelles alternativement sombres et claires. Chez les Batraciens, les filaments granuleux et chromophiles sont, en raison de leurs dimensions, particulièrement faciles à étudier; les mailles du réticulum y atteignent une largeur de 1^{μ} à 2^{μ}.

C. *Raie.* — Entre deux groupes *isogéniques* (J. Renaut) voisins, la substance fondamentale occupe une étendue de $0^{mm},07$ à $0^{mm},2$. Quant aux zones et aux lamelles concentriques de la substance fondamentale, elles y sont très minces : on compte, en effet, sur une épaisseur de 7^{μ} de substance fondamentale, 5 lamelles sombres et 4 lamelles claires.

Résultats. — La *capsule* de la cellule cartilagineuse est composée de deux zones sombres et d'une zone claire intermédiaire. Les lamelles qui leur font suite présentent la même disposition. Ces zones et ces lamelles reproduisent ainsi l'image qu'offre le cytoplasma de la cellule cartilagineuse. Les éléments sombres de ces zones et lamelles sont figurés et affectent, dans la substance fondamentale, comme dans le cytoplasma, la forme de filaments anastomotiques, dont les ramifications s'étendent dans les zones et lamelles claires pour y constituer un réticulum chromophile. Au point de vue morphologique et structural, la substance fondamentale du cartilage hyalin est, en dernière analyse, identique à la substance osseuse (¹). Elle ne représente, en somme, que le second stade évolutif du cytoplasma de la cellule cartilagineuse. Loin de provenir de la confluence des capsules ou de l'excrétion de produits cellulaires, la substance fondamentale résulte de la transformation même du cytoplasma : tout en changeant de consistance et de composition chimique, les couches corticales du cytoplasma continuent, à mesure qu'elles s'accroissent et qu'elles sont repoussées en dehors par le protoplasma périnucléaire, à montrer une succession de zones sombres et claires. Les éléments figurés du cytoplasma, ainsi que l'hyaloplasma, y persistent sous la même forme et affectent, dans les zones et lamelles sombres ou claires de la capsule, les mêmes connexions que dans la substance fondamentale.

(¹) Voir mes dessins et ma description dans le *Journal de l'Anatomie,* 1905, p. 57.

Cette structure de la substance fondamentale du cartilage hyalin nous rend compte de l'origine du tissu réticulé qui apparaît plus tard dans les stades précurseurs de l'ossification (voir mon travail cité, 1900, p. 516). On sait qu'à ce moment la cellule cartilagineuse s'hypertrophie et s'hyperplasie, et qu'il apparaît, entre les cellules, un réticulum chromophile à filaments épais et richement anastomosés entre eux. Ce réticulum *hypertrophique* n'est donc que l'expression exagérée de la trame réticulée qui existait déjà dans la substance fondamentale du cartilage hyalin.

Conclusion. — La substance fondamentale du cartilage hyalin est *structurée*. Elle se compose d'éléments figurés, granuleux et chromophiles, dont les ramifications circonscrivent des mailles qui sont remplies de protoplasma amorphe.

ZOOLOGIE. — *Sur le développement et la structure des spores de* Thelohania Giardi *Henneguy*. Note (¹) de M. L. **Mercier**, présentée par M. Alfred Giard.

Caullery et Mesnil (²) ont mis en évidence (1905) la valeur cellulaire des valves des spores des Actinomyxidies; depuis, les recherches de Léger (³), Léger et Hesse (⁴), Schröder (⁵) et les miennes (⁶) ont montré que chez les myxosporidies chacune des valves de la spore a également la valeur d'une cellule.

Léger et Hesse (⁷) viennent de reconnaître que chez *Glugea bombycis* les spores possèdent une structure analogue à celle décrite chez les Myxosporidies : « cellules valvaires et cellule capsulogène à noyau très petit, sporo-

(¹) Présentée dans la séance du 23 décembre 1907.

(²) Caullery et Mesnil, *Recherches sur les Actinomyxidies*. I : Sphæractinomyxon Stolci *Caullery* et *Mesnil* (*Arch. f. Protistenk.*, t. VI, 1905, p. 272).

(³) Léger, *Sur une nouvelle maladie myxosporidienne de la Truite indigène* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 655).

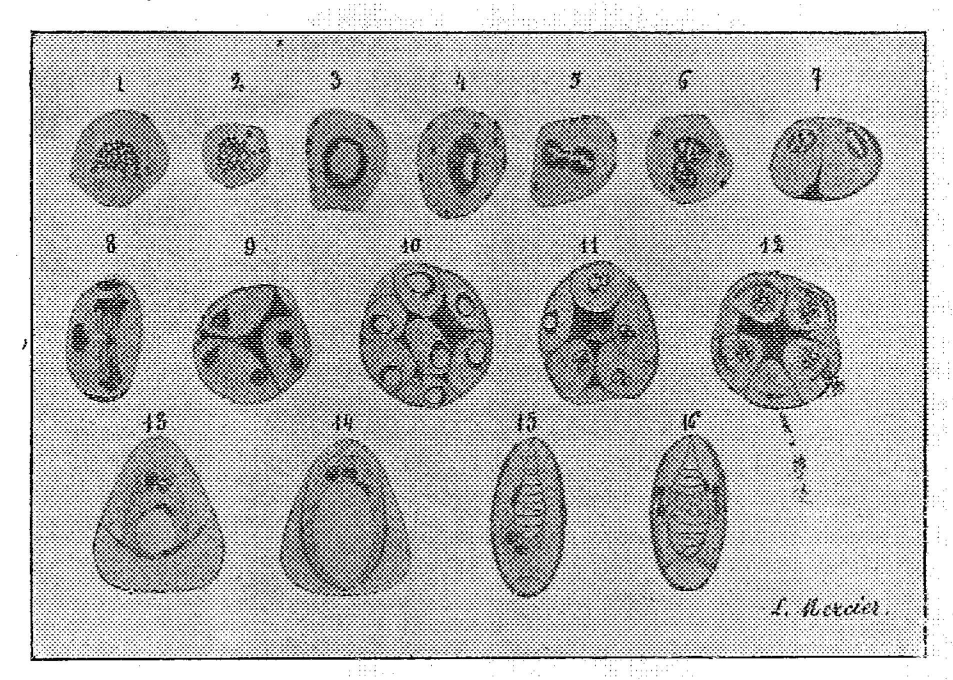
(⁴) Léger et Hesse, *Sur la structure de la paroi sporale des Myxosporidies* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 720).

(⁵) Schröder, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der myxosporidien Sphæromyxa labrazei* (Laveran et Mesnil) (*Arch. f. Protistenk.*, t. IX, 1907, p. 359).

(⁶) Mercier, *Contribution à l'étude du développement des spores chez* Myxobolus Pfeifferi (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LX, 1906, p. 763).

(⁷) Léger et Hesse, *Sur une nouvelle Myxosporidie parasite de la Sardine* (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XIX, nº 3, 4ᵉ trim. 1907).

plasma tantôt à deux noyaux tangents, tantôt avec un noyau unique un peu plus gros ». Je viens de retrouver toutes ces particularités de structure de la spore chez une autre Microsporidie, *Thelohania Giardi*, parasite de *Crangon vulgaris*.



Thelohania Giardi. — Sur coupes : formol picrique, hématoxyline ferrique, éosine.
Figures 1-12 : évolution du sporonte. × 1800.
Figures 13-16 : développement de la spore; ces figures sont demi-schématiques.
Explications selon le texte.

Au point où nous le prendrons de son évolution, le sporonte de *Thelohania Giardi* est un élément cytoplasmique arrondi de 5^{μ} à 7^{μ} de diamètre limité par une membrane nette; il présente en son milieu un appareil chromidial volumineux (*fig.* 1 et *fig.* 2). Des granulations chromatiques se détachent de la masse centrale et sont rejetées dans le cytoplasme où elles viennent se ramasser sous la membrane d'enveloppe du sporonte; là, elles se fusionnent entre elles formant des masses chromatiques qui augmentent de volume et donneront finalement les amas caractéristiques décrits dans les sporontes mûrs de *Thelohania Giardi* (Henneguy et Thélohan) et de *Thelohania mœnadis* (Pérez). Le stade représenté par les figures 1 et 2 correspond, comme le montre la suite de l'évolution, à la séparation de la chromatine totale en deux parties dévolues chacune à une fonction différente; les granulations expulsées dans le cytoplasme constituent un tropho-chromidium, la masse chromidiale centrale donnera les noyaux des sporoblastes.

La masse de la chromatine végétative augmente au cours du développement, et cet

accroissement est en rapport avec la croissance du sporonte (*fig.* 1 et *fig.* 12). L'augmentation du volume du sporonte a été constatée par Hesse (¹) chez *Thelohania Legeri*, par Pérez (²) chez *Thelohania mœnadis*. Les sporontes et les pansporoblastes de *Thelohania Mülleri* ont, d'après Stempell (³), sensiblement les mêmes dimensions; pour Henneguy et Thelohan (⁴), il en serait de même chez *Thelohania Giardi;* or, ce fait ne paraît pas évident si l'on se reporte à la figure 9 de ces auteurs.

Après l'émission de la chromatine végétative, les granulations de la masse chromatique centrale se fusionnent partiellement entre elles; cette masse prend alors l'aspect représenté dans la figure 3; c'est le prélude d'une division qui s'effectue suivant un de ces modes spéciaux aux Protozoaires intermédiaires entre la division directe et la mitose (*fig.* 4 et 5). La formation des deux noyaux filles (*fig.* 6) est bientôt suivie de la division de la presque totalité du cytoplasme, division qui a lieu sous l'enveloppe du sporonte (*fig.* 7).

Les divisions se continuent, toujours suivant le même mode (*fig.* 8 et 9), alternant avec des stades de repos, jusqu'à la constitution des huit sporoblastes; le sporonte est alors devenu un pansporoblaste (*fig.* 10). On trouve dans celui-ci, outre les ébauches des spores, deux grosses masses chromatiques constituées par la chromatine végétative.

La formation des sporoblastes avait été bien suivie, dans ses grandes lignes, par Henneguy et Thélohan, et, si j'ai cru devoir reprendre ce point de l'évolution de *Thelohania Giardi*, c'est dans l'intention de le comparer aux faits acquis par d'autres auteurs. En effet, si, d'après Stempell, l'évolution du sporonte de *Thelohania Mülleri* est comparable à celle que je viens de décrire, il n'en est plus de même quand nous rapprochons les faits qui la caractérise de ceux décrits par Pérez chez *Thelohania mœnadis*. Chez cette Microsporidie, les huit noyaux des sporoblastes se constituent simultanément aux dépens d'une sorte d'appareil chromidial, le cytoplasme restant tout d'abord indivis. La formation des noyaux sporoblastiques chez *Thelohania Legeri* est, d'après Hesse, intermédiaire entre les deux processus précédents; les noyaux se forment par divisions successives dans la masse cytoplasmique indivise.

Avant la Communication récente de Léger et Hesse, nos connaissances sur

(¹) Hesse, *Sur le développement de* Thelohania Legeri (*C. R. Soc. Biol.*, t. LVII, 1904, p. 571).

(²) Pérez, *Microsporidies parasites des Crabes d'Arcachon* (Note préliminaire) (*Soc. scient. d'Arcachon. Station biologique,* 8ᵉ année, 1904-1905, p. 15).

(³) Stempell, *Ueber Thelohania Mülleri* (L. Pfr.) (*Zool. Jahrb. Abth. Anat.*, Vol. XVI, 1902, p. 235).

(⁴) Henneguy et Thélohan, *Myxosporidies parasites des muscles chez quelques Crustacés décapodes* (*Annales de Micrographie,* t. IV, 1891-1892, p. 617).

la structure des spores des Microsporidies étaient très incomplètes. Thélohan [1], indépendamment de la capsule polaire et de la vacuole postérieure, avait signalé l'existence, dans la région médiane de la spore, de petits granules colorés.

Pour lui, ces éléments représentaient les noyaux de la spore, Hesse [2] chez *Thelohania Legeri*, Perrin [3] chez *Plistophora periplanetæ*, Stempell [4] chez *Nosema anomalum* décrivent aussi l'existence de granulations chromatiques, en nombre variable, dans la spore. Stempell, en particulier, figure quatre noyaux, il en regarde deux comme noyaux de la capsule polaire et les deux autres comme noyaux du germe amiboïde contenu dans la spore.

L'étude du développement des spores de *Thelohania Giardi* m'a permis de vérifier et de généraliser l'interprétation donnée par Léger et Hesse. Les noyaux des sporoblastes après une période de repos deviennent vésiculeux, la chromatine est reportée tout contre la membrane (*fig.* 10). Bientôt, à la place du noyau unique, on compte plusieurs noyaux dans chacun des sporoblastes pyramidaux (*fig.* 11), lorsque l'évolution nucléaire est terminée on trouve finalement trois petits noyaux groupés dans une masse cytoplasmique plus dense et, vers la base de la pyramide, deux lames cytoplasmiques présentant chacune une masse chromatique (*fig.* 12); ces deux éléments différenciés constituent les ébauches des valves de la spore.

Une vacuole se développe dans l'aire cytoplasmique centrale, entre le groupe des trois noyaux et les valves (*fig.* 13) en grandissant, cette vacuole comprime les cellules valvaires et les lamine (*fig.* 14). L'un des trois noyaux est nettement accolé à la vacuole dans laquelle se développe un filament spiral; la capsule polaire se trouve ainsi constituée.

Une seconde vacuole se forme, symétrique à la première, en arrière des deux noyaux restants; ceux-ci constituent les noyaux du germe amiboïde qui vient occuper la région moyenne de la spore (*fig.* 15). Par suite du développement considérable de la capsule polaire, celle-ci confine presque à la vacuole postérieure, et la masse cytoplasmique nucléée forme

---

(1) Thélohan, *Recherches sur les Myxosporidies* (*Bull. Sc. France-Belgique*, t. XXVI, 1895, p. 100).

(2) Hesse, Thelohania Legeri, *Microsporidie nouvelle, parasite des larves d'*Anopheles maculipennis (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LVII, 1904, p. 570).

(3) Perrin, *Observations on the structure and Life history of Pleistophora periplanetæ, Lutz and Splendore* (*Quart. Journ. of microsc. Sc.*, t. XLIX, 1906, p. 615).

(4) Stempell, *Ueber Nosema anomalum Monz.* (*Arch. f. Protistenk.*, t. IV, 1904, p. 1).

autour d'elle un véritable manchon. La spore de *Thelohania Giardi* présente donc une structure analogue à celle de *Glugea bombyci*, cellules valvaires et cellule capsulogène à noyau très petit, sporoplasma à deux noyaux. Dans certaines spores (*fig.* 16) chacun des deux noyaux du sporoplasma se divise; on compte alors quatre noyaux qui souvent demeurent reliés deux à deux par un fin tractus chromatique.

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'existence de cinq arcs branchiaux et de six arcs aortiques chez l'embryon de Taupe.* Note de MM. **A. Soulié** et **C. Bonne**, présentée par M. Alfred Giard.

1° *Arcs branchiaux.* — L'existence d'un cinquième arc branchial, admise par tous les embryologistes chez les Reptiles, a été fortement contestée chez les Oiseaux et surtout chez les Mammifères. H. Rabl (1907) a pu constater sa présence sur l'embryon de Poulet, en même temps que nous sur l'embryon de Taupe. Ce cinquième arc apparaît au stade de $4^{mm},7$ et s'observe très nettement sur des embryons de 5^{mm}, de $5^{mm},5$ et de 6^{mm}. Il est limité, extérieurement, par deux sillons ectodermiques, étroits et peu profonds, mais qu'il est facile de reconnaître dans le fond du sinus précervical. Les poches endodermiques qui le circonscrivent à l'intérieur de la cavité du pharynx sont essentiellement différentes l'une de l'autre : la quatrième est peu marquée et ses dimensions sont de moitié moindres que celles de la cinquième dont la profondeur dépasse 100^{μ}. La membrane obturante de la quatrième fente branchiale est didermique, tandis que celle de la cinquième reste toujours tridermique.

L'existence d'un cinquième arc branchial, chez l'embryon de Taupe, montre qu'il existe, chez les Mammifères, non pas, comme on l'a dit, une quatrième poche endodermique pourvue de deux diverticules, l'un dorsal et l'autre ventral, mais bien deux poches distinctes. La quatrième donnera naissance à la glandule thyroïdienne et la cinquième à la thyroïde latérale.

Si l'on rapproche ces faits des observations de H. Rabl sur le Poulet, et si l'on tient compte de la présence d'une cinquième et d'une sixième poche endodermique chez l'embryon humain et sur les embryons de quelques Mammifères (F. Tourneux et A. Soulié, *Soc. de Biol.*, juillet 1907), on est amené à conclure que les Mammifères et les Oiseaux possèdent cinq arcs et cinq fentes branchiales comme les Reptiles. Bien plus, on peut retrouver, chez les Mammifères, les traces d'une sixième fente sous la forme d'une sixième poche endodermique. Dans ces conditions, il devient facile de rapprocher l'appareil branchial rudimentaire des Amniotes des formations branchiales complètes des Sélaciens, et de confirmer, par l'Embryologie,

les homologies établies par les données un peu hypothétiques de l'Anatomie comparée.

2° *Arcs aortiques.* — Malgré quelques faits signalés par Tandler (1902), par Lehmann et par Locy (1906-1907), l'existence de six arcs aortiques, chez les Vertébrés supérieurs, était tellement controversée que Lewis pouvait écrire tout récemment encore : « L'acceptation générale du nouveau cinquième arc, chez les Mammifères, semble plutôt due aux considérations qui ont amené Boas à prédire son existence qu'à celles résultant de l'étude même des embryons. »

Durant la période au cours de laquelle l'appareil branchial de la Taupe atteint son plus complet développement et comprend cinq arcs et cinq fentes, on constate la présence de quatre ou de cinq arcs aortiques, suivant le degré, plus ou moins marqué, d'atrophie du deuxième arc (le premier arc a déjà disparu sur les embryons de 4^{mm}). Sur les embryons de 5^{mm} et de $5^{mm},5$, on observe un deuxième arc partiellement atrophié, et les troisième, quatrième, cinquième et sixième arcs aortiques bien développés de chaque côté. Le quatrième arc est le plus volumineux; le cinquième a une origine distincte, au niveau du bulbe artériel, et un abouchement spécial dans l'aorte descendante (embryon de $5^{mm},5$), ou bien (embryons de 5^{mm} et de 6^{mm}) son origine et son abouchement sont fusionnés avec les portions similaires du sixième arc. Les cinq premiers arcs, logés à l'intérieur de l'arc branchial de même ordre, reposent directement sur la poche endodermique correspondante; quant au sixième arc ou arc de l'artère pulmonaire, il est placé en dedans de la cinquième poche et suit un trajet à peu près rectiligne au voisinage du bourrelet aryténoïdien.

La constitution du système artériel définitif s'annonce, entre les stades de 6^{mm} et de 7^{mm}, par la disparition des deuxièmes et cinquièmes paires d'arcs, et par la prédominance des arcs persistants (troisième, quatrième et sixième) du côté gauche sur ceux du côté droit. Les artères sous-clavières, comme l'a montré Hochstetter, sont des artères segmentaires du tronc, naissant de l'aorte thoracique en regard des bourgeons des membres antérieurs; elles ne contractent que des relations secondaires avec les parties persistantes des arcs aortiques. Le schéma de Boas, faisant provenir la sous-clavière du cinquième arc, ne répond pas plus à la réalité que l'ancien schéma de Rathke.

Toutefois, si le cinquième arc ne fournit pas la sous-clavière, son existence paraît constante au cours du développement ontogénique des Vertébrés, et il atteint une autonomie parfaite chez l'embryon de Taupe. Dès lors, les observations de Tandler, de Lehmann, etc., qui ont décrit des formations vasculaires incomplètes ou inconstantes, prennent une grande valeur, puisque ces formations figurent des vestiges phylogéniques du cinquième

arc. Toutefois, l'existence de cet arc est éphémère par suite de la rapidité de son évolution, puisqu'il apparaît le dernier, alors que les autres arcs transitoires ont déjà commencé à s'atrophier.

Il est donc permis de conclure que la présence d'un cinquième arc aortique chez les Vertébrés supérieurs, au cours de l'ontogenèse, est très importante, parce qu'elle permet d'établir, d'une manière précise, la formule générale des arcs aortiques, et qu'elle facilite l'homologation de la disposition de ces arcs chez les Sélaciens et chez les Amniotes. Le cinquième arc aortique, comme la plupart des autres, est uniquement un souvenir phylogénique, plus accusé chez quelques types de la série, d'une disposition ancestrale de longue durée dans l'évolution des Vertébrés.

EMBRYOLOGIE. — *La fécondation et le développement des œufs chez un Orthonectide* (Rhopalura ophiocomæ). Note de MM. **Maurice Caullery** et **Alphonse Lavallée**, présentée par M. Alfred Giard.

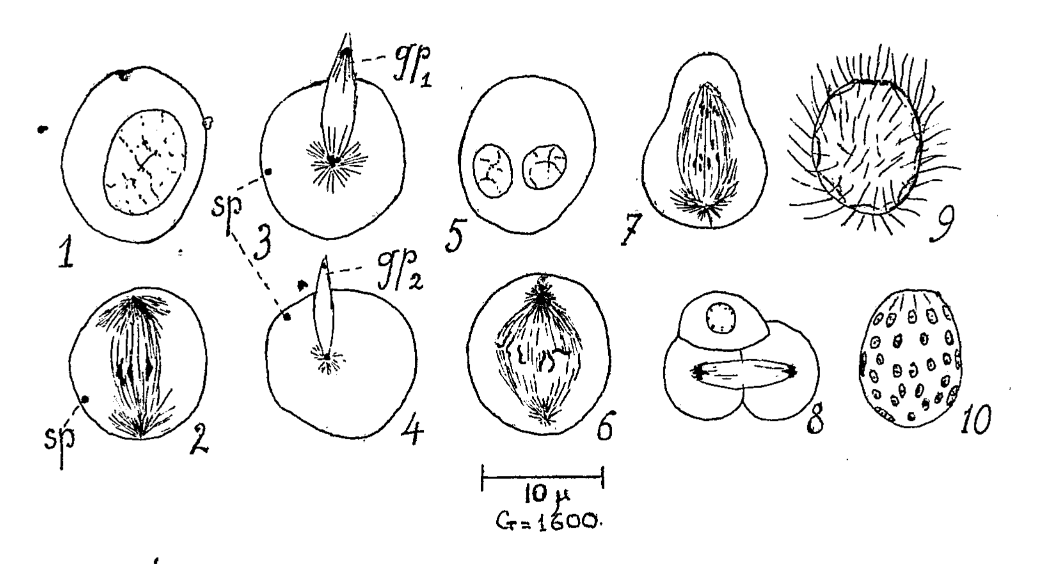
Les ovules des Orthonectides se développent, à l'intérieur de l'organisme maternel, pendant sa phase de vie libre, en larves ciliées, qui, devenues libres à leur tour, sont les agents de propagation de ces parasites chez de nouveaux hôtes. C'est ce qu'ont établi les recherches faites par l'un de nous avec F. Mesnil ([1]). La connaissance détaillée de ce développement, en particulier des phénomènes de fécondation qui doivent le commencer, est un desideratum important dans l'étude de ce groupe d'organismes inférieurs. Nous avons essayé, depuis plusieurs saisons ([2]), de le combler et avons réussi cet été, au laboratoire de Wimereux, à rassembler, à cet effet, des matériaux très complets, dont nous venons d'achever l'étude. Nous avons opéré sur *Rhopalura ophiocomæ*, l'espèce parasite d'*Amphiura squamata*.

Étude in vivo. — Pour obtenir le développement des ovules, nous mélangeons, dans un petit cristallisoir rempli d'eau de mer très pure, au moment même où nous les extrayons des Ophiures, des mâles et des femelles de *Rhopalura* parfaitement mûrs [ils doivent nager immédiatement avec rapidité et le noyau des ovules ne doit plus renfermer de nucléole (voir *fig.* 1)].

([1]) Caullery et Mesnil, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 592; *Arch. d'Anat. microsc.*, t. IV, 1901; *C. R. Soc. Biol.*, t. LIX, p. 428.

([2]) Caullery et Lavallée, *C. R. Soc. Biol.*, t. LIX, 1905, p. 265.

Au bout de 10 à 15 minutes environ, on voit, au microscope binoculaire, que la plupart des femelles remorquent un ou deux mâles accrochés à leurs cils et, à un fort grossissement, on constate qu'à ce moment les mâles émettent leurs spermatozoïdes. Ceux-ci pénètrent dans la cavité du corps de la femelle, très probablement par l'orifice signalé par l'un de nous (*Arch. d'Anat. microsc.*, t. IV, *Pl. X, fig.* 2). Le contact de la femelle et du mâle ne dure que quelques minutes. Aussitôt après, la vésicule germinative disparaît et, 1 heure 30 minutes environ après le mélange des sexes, la première division de l'œuf est terminée. La segmentation est totale, inégale dès le stade 2, d'aspect épibolique; après 5-6 heures, on a une morula; les larves ciliées (*fig.* 9) sont émises au dehors au bout de 18-24 heures. Pendant tout ce temps, les femelles nagent



avec agilité; après 24 heures, on en trouve fréquemment, dans les cultures, qui sont complètement vidées de leurs embryons. Le nombre de ceux-ci doit être de 600 à 800 par individu. L'ovule et la larve sensiblement sphérique mesurent 12^{μ} à 15^{μ} de diamètre. Le développement de tous les œufs d'une même femelle est parfaitement synchrone.

Étude cytologique. — Elle ne peut être faite que sur des coupes d'abondants matériaux fixés et colorés. L'obtention des préparations est délicate, à cause de la difficulté d'effectuer les manipulations d'inclusion dans la paraffine, sur un grand nombre de ces femelles, dont la longueur ne dépasse guère 250^{μ}. Nous y avons parfaitement réussi, grâce à une technique spéciale, que nous décrirons dans notre Mémoire détaillé. Chaque stade a été étudié sur des lots de 20 à 30 individus, prélevés dans les cultures, après des temps gradués : 20, 30, 40 minutes, 1 heure, $1^{h}15^{m}$, $1^{h}30^{m}$, $1^{h}45^{m}$,

2 heures, $2^h 30^m$, 4 heures, etc., et fixés au liquide de Bouin. L'âge connu d'une façon précise est un guide sûr pour la sériation des stades.

Des lots fixés 20 minutes après le mélange montrent déjà la fécondation accomplie. On trouve d'ailleurs encore de nombreux spermatozoïdes libres entre les ovules : ceux-ci offrent la karyokinèse de formation du premier globule polaire (*fig.* 2); peut-être ce processus commence-t-il un peu avant la pénétration même du spermatozoïde dans l'ovule. L'expulsion du globule est facile à constater sur les coupes, sous forme d'un petit cône effilé, vers le sommet duquel se trouve une masse chromatique compacte gp_1 (*fig.* 3). La figure karyokinétique présente trois chromosomes très nets (*fig.* 2).

Dans les préparations fixées après 30 ou 40 minutes, on assiste à l'expulsion du deuxième globule polaire (*fig.* 4). Les figures sont assez semblables à celles du premier, mais les masses chromatiques sont plus faibles. Entre les ovules, on aperçoit de nombreux corps chromatiques, qui sont les premiers globules polaires précédemment rejetés et qu'on retrouve ainsi, libres, pendant le reste du développement. Ils se distinguent des spermatozoïdes par leur taille plus considérable.

Après l'expulsion des globules polaires, le spermatozoïde fécondant, qui jusque-là était resté à la périphérie de l'ovule (*sp. fig.* 2-4), sous forme d'un grain chromatique compact, se transforme en une vésicule qui croît, en se déplaçant vers le centre de l'ovule. On a alors des stades à deux pronuclei vésiculeux (âge : environ 1 heure) (*fig.* 5) de taille variable. Dans chacun de ces pronuclei s'individualisent 3 chromosomes, qui deviennent libres dans le cytoplasme, par disparition de la membrane. On compte alors très nettement 6 chromosomes, qui se disposent (vers $1^h 10^m$-$1^h 15^m$) suivant la plaque équatoriale d'une belle figure karyokinétique (*fig.* 6). Ils se divisent et 6 éléments chromatiques se dirigent vers chaque pôle du fuseau de division (*fig.* 7) (âge : $1^h 15^m$-$1^h 30^m$). La première division de l'œuf est ainsi achevée vers $1^h 30^m$. Le stade 2 se compose d'une grande cellule A et d'une petite B.

La grosse cellule A se redivise immédiatement (*fig.* 8) et le stade 3 est atteint vers $1^h 45^m$. La cellule B se divise à son tour, puis les deux cellules issues de A. Dans ces premiers stades, il est possible de suivre la filiation des divers éléments, qui est très régulière. A $2^h 30^m$, on est arrivé à des embryons comprenant 6-8 cellules. Après 6 heures, on a une morula, comme on l'a vu *in vivo*. Enfin, la larve ciliée, prête à éclore, offre une couche périphérique de cellules aplaties, assez nettement disposées en rangées parallèles à l'axe antéro-postérieur, et une masse interne de cellules paraissant indifférenciées (*fig.* 10).

Le détail précis des phénomènes précédents sera exposé dans notre Mémoire. La description et les figures ci-dessus suffisent à montrer que les processus de fécondation s'opèrent avec une parfaite régularité et suivant le type classique des Métazoaires. Le nombre restreint des chromosomes ($2n = 6$) permet, malgré la petitesse des éléments, de bien suivre la réduction chromatique.

L'œuf évolue en un embryon à cellules parfaitement individualisées,

n'ayant en rien la structure plasmodiale des stades parasitaires ultérieurs. La larve ciliée n'offre pas l'appareil antérieur différencié de celle de *Rhopalura Pelseneeri* (¹), sans doute en raison des conditions différentes de pénétration dans l'hôte.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'anesthésie prolongée par les mélanges d'oxygène et de chlorure d'éthyle.* Note (²) de MM. **Pierre Rosenthal** et **Albert Berthelot.**

Depuis longtemps déjà le chlorure d'éthyle est employé comme anesthésique général, mais son application a toujours été limitée aux interventions de courte durée.

Cependant Wiessner, puis Malherbe et Laval prolongèrent la narcose jusqu'à 50 minutes, mais il leur fallut pour cela donner au sujet des doses successives l'exposant ainsi à des demi-réveils et au danger plusieurs fois répété de l'inhalation de doses massives.

Nous avons pensé qu'on pourrait peut-être prolonger indéfiniment la durée de la narcose primitive en employant un mélange gazeux d'oxygène et de chlorure d'éthyle au lieu du chlorure d'éthyle seul.

De nombreuses expériences sur les animaux ont pleinement confirmé cette hypothèse; nous avons obtenu, grâce à notre procédé, des anesthésies d'une heure, toujours exemptes d'accidents et pendant lesquelles on a pu pratiquer les interventions chirurgicales les plus variées.

La phase d'anesthésie vraie était toujours obtenue très rapidement, la narcose était tranquille et le réveil très prompt.

En présence de ces résultats, nous espérons pouvoir appliquer notre méthode à la chirurgie humaine; elle présenterait en effet, dans les opérations graves et de longue durée, l'extrême avantage de ne pas surajouter au shock opératoire les inconvénients souvent très grands de l'éther ou du chloroforme.

(¹) Caullery et Mesnil, *C. R. Soc. biol.*, t. LIX, 1905, p. 429, figures.

(²) Contenu d'un pli cacheté déposé le 27 novembre 1907, sous le n° 7270, et ouvert en séance par M. le Président, le 6 janvier 1908.

MÉDECINE. — *Action tardive des dérivés bacillaires chlorés.* Note de MM. **Moussu** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Ayant indiqué, dans des recherches antérieures, quels étaient l'action du chlore sur le bacille tuberculeux et les effets physiologiques immédiats de ces dérivés chlorés sur des animaux d'expérience ([1]), nous nous sommes proposé d'en établir les effets éloignés.

Lorsque tout d'abord on renouvelle ou multiplie à intervalles rapprochés (5 à 7 jours de distance) les injections sous-cutanées ou intra-veineuses de bacilles chlorés, on ne tarde pas à remarquer de l'accoutumance chez les organismes mis en expérience. La réaction thermique diminue d'intensité, parfois malgré l'augmentation des doses injectées, et il arrive un moment où cette réaction thermique se montre insignifiante (quelques dixièmes de degré); la réaction générale devient nulle; chez le chien, par exemple, il n'y a plus ni vomissements, ni tristesse, ni perte d'appétit. Si des animaux ainsi arrivés à l'accoutumance, à la suite d'injections sous-cutanées ou d'injections intra-veineuses de bacilles chlorés, sont sacrifiés, on ne constate jamais de lésions tuberculeuses en aucun point.

Il était dès lors indiqué de rechercher quelle pourrait être l'influence de ces injections de dérivés chlorés sur l'évolution de la tuberculose expérimentale. A cet effet, nous avons depuis un an soumis à des inoculations variées de dérivés bacillaires chlorés des séries de Cobayes, Lapins et Chiens, dans le but, après des temps variables, de leur inoculer comparativement, avec des témoins, des doses déterminées de tuberculose virulente. Dans leur ensemble, les résultats obtenus ont été les suivants :

1° Lorsque des sujets ont été soumis à une ou plusieurs inoculations de bacilles chlorés, et qu'ils sont aussitôt après (c'est-à-dire dans les 8 jours, 15 jours, 3 semaines qui suivent) soumis à une inoculation de tuberculose virulente, ces animaux se *montrent très nettement sensibilisés.* Dans tous les cas, les animaux (Cobayes, Lapins et Chiens) soumis à ces épreuves, comparativement avec des témoins, avec des doses identiques de tuberculose virulente pour des poids égaux, ont succombé plus vite que les témoins, ou présenté à l'autopsie des lésions plus graves, plus étendues et plus avancées.

2° Si par contre on laisse s'écouler, entre les dernières inoculations de bacilles chlorés et l'inoculation virulente, un temps relativement long (2 mois et plus dans nos expériences), des résultats inverses sont enregistrés. Les témoins meurent plus vite, avec des lésions et des altérations viscérales dont l'évolution régulière est connue,

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 1231 et 1359.

alors que les inoculés se maintiennent en bon état, et ne présentent à l'autopsie que des altérations qui semblent avoir été arrêtées dans leur évolution.

Dans quelques cas, car pour des recherches de cette nature on ne peut opérer que par essais successifs, nous avons eu des augmentations de résistance qui pourraient faire croire à une vaccination véritable, mais il serait prématuré d'employer cette expression. Néanmoins, il nous a paru utile de signaler ces faits, car ici l'augmentation de résistance des sujets en expérience a été obtenue par une méthode différente des méthodes classiques, au moyen de dérivés microbiens, et non plus avec des produits solubles ou des microbes atténués.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier* 1908. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Les observations magnétiques organisées en 1901 à l'Observatoire du Val-Joyeux ont été continuées en 1907, par M. J. Itié, avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1908 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe le 31 décembre et le 1er janvier, rapportées à des mesures absolues faites le 27 décembre 1907.

La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1907 (1).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1908.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14°42′,90	— 5′,81
Inclinaison	64°44′,6	— 2′,3
Composante horizontale	0,19744	+ 0,00009
Composante verticale	0,41850	— 0,00055
Composante nord	0,19096	+ 0,00017
Composante ouest	0,05015	— 0,00030
Force totale	0,46274	— 0,00046

La station magnétique du Val-Joyeux est située à Villepreux (Seine-et-Oise), par 0°19′23″ de longitude ouest et 48°49′16″ de latitude.

(1) *Comptes rendus,* t. CXLIV, 1907, p. 51.

OCÉANOGRAPHIE. — *Étude d'une série d'échantillons d'eau de mer récoltés dans la Manche.* Note [1] de M. A. **Chevallier.**

Les échantillons ont été recueillis à la surface par M. le capitaine Letalle à l'aide d'instruments mis à sa disposition, grâce à la générosité anonyme de M. Diatomea, entre Dieppe et Newhaven et tant à l'aller qu'au retour. Ils ont été analysés au laboratoire d'Océanographie de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy. A chaque prise d'essai, la température de l'eau de mer avait été soigneusement relevée.

Pour chaque échantillon, on a mesuré la densité à 0°, dans la glace fondante, au moyen du pycnomètre. Le poids d'halogènes par kilogramme d'eau de mer a été dosé selon la méthode ordinaire, précipitation par une liqueur titrée d'azotate d'argent avec le chromate de potasse comme réactif indicateur; la liqueur d'argent avait été contrôlée sur de l'eau normale envoyée par le laboratoire central de Christiania. Enfin l'acide sulfurique a été dosé par précipitation par le chlorure de baryum.

La densité normale à 0° a été ramenée à la température *in situ* θ, d'après le graphique des dilatations de M. Thoulet et les *Hydrographische Tabellen;* les deux méthodes ont donné des chiffres identiques. On a calculé aussi, d'après les Tables de Knudsen, la chlorurration en partant de la densité à 0°.

Les divers résultats sont indiqués dans le Tableau suivant :

Numéro de l'échant.	Date.		Température *in situ* θ.	Densité à 0°, S_4^0.	Densité à θ° S_4^θ.	SO^3.	Halogènes.	Cl d'après *Hyd. Tabel.*
1.....	23 oct. 1907 [1]	3h37m	14°,6	»	»	»	»	»
2.....	»	4.37	14,8	1,02808	1,02601	2,148	19,38	19,34
3.....	»	5.34	15,0	»	»	»	»	»
4.....	»	6.30	15,0	2829	2615	168	45	48
5.....	»	7.35	14,8	2837	2627	180	53	54
6.....	»	8.40	14,6	2833	2628	170	50	51
7.....	»	9.25	13,4	2830	2651	168	45	49
8.....	24 »	11.18	13,1	»	»	»	»	»
9.....	25 »	0.17	14,7	2828	2625	171	43	48
10.....	»	1.18	14,8	»	»	»	»	»
11.....	»	2.18	14,9	2821	2610	164	38	43
12.....	»	2.58	14,7	2812	2607	155	35	37
13.....	»	3.42	14,6	2811	2607	150	33	36
14.....	»	4.20	14,4	»	»	»	»	»
15.....	»	4.46	13,9	2770	2583	115	04	08

(1) Présentée dans la séance du 23 décembre 1907.

(2) Les expériences ont eu lieu le matin, sauf le 24 octobre où l'on a opéré le soir, à 11h18m.

L'examen du Tableau conduit aux conclusions suivantes :

L'eau est plus froide près des côtes qu'en pleine mer. M. Letalle a de plus constaté que la décroissance de température est très rapide en approchant de terre. A égale distance des côtes l'eau est plus froide près de l'Angleterre que près de la France.

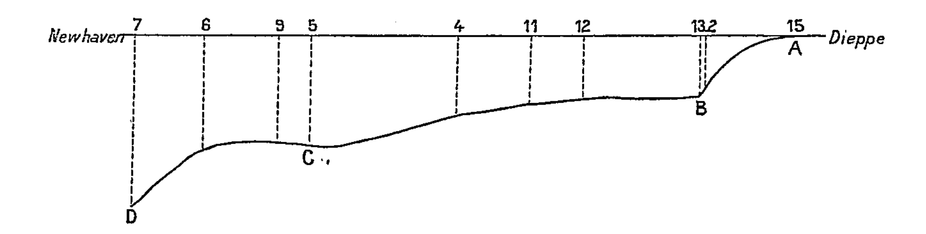
La densité à 0° ou normale augmente légèrement de la côte d'Angleterre jusqu'au quart environ de la distance entre Newhaven et Dieppe; elle passe cependant par une valeur un peu plus faible vers l'Est. La densité à 0° diminue ensuite franchement et régulièrement jusqu'à la côte française. L'écart entre les chiffres extrêmes correspond à la différence très sensible de $0^{g},83$ de sel dissous par kilogramme d'eau de mer.

La densité *in situ* S_4^θ diminue d'une façon continuelle mais irrégulière de Newhaven à Dieppe.

Cette diminution dans la densité à 0° comme dans la densité à θ° ne peut être expliquée que par l'apport d'eau douce de la Seine qui, à son embouchure, au lieu de s'épanouir dans toutes les directions, est entraînée par les courants dans la direction du Nord-Est et longe la côte française.

Le graphique ci-dessous obtenu en comptant, sur les perpendiculaires au plan passant par le plus faible chiffre, des longueurs proportionnelles aux résultats trouvés pour chaque station, montre mieux les variations de la densité *in situ*.

La différence de niveau de deux localités marines étant en raison inverse



des densités respectives de l'eau en ces deux localités, le graphique donne donc le profil véritable de la Manche entre Dieppe et Newhaven. L'eau douce de la Seine ferait surtout sentir son influence du point A au point B. Sa diffusion, contrebalancée par l'apport de l'eau atlantique plus dense, s'exercerait jusqu'en C. Enfin le relèvement de la densité dans la région CD serait dû à l'eau de l'Océan et aussi à l'absence de cours d'eau importants sur la côte sud d'Angleterre.

Les poids des halogènes diminuent aussi régulièrement de la côte d'An-

gleterre à la côte de France. Il y a cependant lieu de remarquer que, tandis que pour tous les échantillons, sauf le n° 2, le chiffre trouvé pour les halogènes est inférieur, en moyenne de 0,03, au chiffre du Cl tiré de la densité à 0° au moyen des Tables de Knudsen, pour cet échantillon n° 2 il est au contraire supérieur de 0,04. L'eau de mer, à la station 2, aurait donc, à densité égale, une teneur en halogènes légèrement supérieure à celle des eaux avoisinantes, c'est-à-dire une composition chimique un peu différente. Ce fait ne serait-il pas dû à ce que la station 2 se trouve précisément, comme le montre le graphique, à l'endroit où l'eau de mer diminue brusquement de densité et change de nature ?

Les variations de l'acide sulfurique sont exactement les mêmes que celles des autres données. La relation entre la densité à 0° et SO^3 n'ayant pas jusqu'ici été suffisamment étudiée, on ne peut tirer aucune conclusion des chiffres trouvés.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

A. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Note sur la densité du graphite, par MM. **H. Le Chatelier** et **S. Wologdine**.

Le développement des études de Chimie organique a eu une répercussion parfois regrettable sur les travaux de Chimie minérale. On s'est trop souvent laissé aller à admettre, sans preuves expérimentales suffisantes, la variabilité indéfinie des proportions suivant lesquelles les combinaisons chimiques se produisent, ou encore une multiplicité exagérée des polymérisations successives d'un même corps. Il nous a semblé intéressant de soumettre à un examen critique quelques-uns des faits admis dans cet ordre d'idées. Nous nous sommes adressés d'abord à un corps simple, le carbone, dont les polymérisations multiples sont acceptées aujourd'hui presque sans discussion. La seule base expérimentale de cette opinion générale repose sur les variations de densité considérables signalées entre les différents échantillons d'une même variété de carbone, soit du carbone amorphe, soit du graphite, soit du diamant. On trouve par exemple, dans les Ouvrages de Chimie, des densités variant pour le carbone amorphe de 1 à 1,6, pour le graphite de 1,8 à 2,6 et pour le diamant de 3 à 3,5.

De nouvelles déterminations de la densité du carbone nous ont semblé pouvoir présenter quelque utilité pour les deux raisons suivantes : d'une part, la constance du pouvoir calorifique de chacune des trois variétés du carbone n'a jamais été mise en doute; cette constance semble cependant difficilement compatible avec les variations de densité admises; d'autre part, la détermination des densités des corps poreux présente des difficultés

expérimentales sérieuses et il peut subsister quelques doutes sur certaines des mesures publiées.

Des trois variétés de carbone, nous avons cru devoir choisir le graphite. Le carbone dit *amorphe* n'est pas une matière définie; la présence de l'hydrogène y est constante et son état de combinaison inconnu. Pour le diamant, par contre, des expériences déjà très nombreuses donnent des densités comprises entre 3,50 et 3,51, c'est-à-dire pratiquement identiques. On est en droit de négliger les quelques mesures discordantes. Le graphite, au contraire, paraît constituer une espèce chimique bien déterminée et les mesures de densité ont été aussi nombreuses que discordantes.

Nos expériences ont porté sur des échantillons de provenances très différentes :

1° *Graphite Acheson.* — Graphite artificiel extrêmement pur, préparé au four électrique en partant d'anthracite très impur. Les parties triées renferment jusqu'à 99,9 pour 100 de carbone, toutes les matières minérales des cendres de l'anthracite ayant disparu par volatilisation pendant la fabrication. Par places cependant, on trouve dans de petites cavités quelques cristaux de carborundum. Il faut, bien entendu, les éliminer avant toute mesure. La légèreté de ce graphite est extrême, il flotte sur l'eau avec une densité apparente de 0,8.

2° *Graphite de Ceylan.* — Graphite provenant d'un des gisements les plus importants de ce corps. Il se présente en lamelles cristallines et foisonne après attaque à l'acide nitrique fumant. L'échantillon étudié renfermait 2,5 pour 100 de cendres.

3° *Graphite de l'Australie méridionale.* — Matière noirâtre sans apparence cristalline, très impure.

4° *Graphite de Mugrau* (*Bohême*). — Masse compacte terne assez molle, montre de petits cristaux, proportion de cendres notable.

5° *Graphite de Scharzbach* (*Bohême*). — Même aspect que le précédent, très tendre et très impur.

6° *Graphite du commerce.* — Masse compacte obtenue industriellement par compression après addition d'une matière grasse; plus dur et plus brillant que les deux précédents; cendres très alumineuses.

7° *Graphite d'Omenask* (*Groenland*). — Lamelleux, très dur, brillant, cendres très alumineuses.

8° *Graphite de la fonte* (*provenance inconnue*). — Contient beaucoup de fer et un peu de silicium.

La méthode employée pour la détermination de ces densités repose sur l'emploi des liquides lourds. On s'est servi de mélanges de bromure d'acétylène et d'éther. Le premier de ces liquides était dilué avec le second jusqu'au moment où l'échantillon de graphite étudié tombait au fond du mélange. On faisait alors le vide au-dessus du liquide, de façon à chasser

d'abord l'air contenu dans les pores de la matière solide et ensuite à évaporer l'excès d'éther de façon à ramener la densité du liquide à être égale à celle du graphite. On rétablissait de temps en temps la pression atmosphérique et l'on observait si le graphite flottait indifféremment à toute hauteur dans le liquide. Une fois ce résultat atteint, on laissait encore le graphite immergé pendant quelques heures, puis on procédait à la mesure de la densité du liquide, égale à celle du graphite. On se servait, pour cette mesure, d'un flotteur en verre, dont le volume était déterminé par des pesées parallèles faites dans l'eau distillée. Les densités données ci-dessous ont été obtenues entre les températures de 14° et 18°. Elles sont rapportées au poids d'un même volume d'eau mesurée à 4°.

Dans une première série d'expériences, les différents échantillons de graphite avaient été simplement desséchés à l'étuve à 120° avant d'être immergés dans le liquide et soumis à l'action du vide.

Voici les résultats :

Acheson	1,62	Scharzbach	2,36
Ceylan	2,25	Omenask	2,06
Australie	2,66	Commerce	2,37
Mugrau	2,44	Fonte	2,25

Les écarts entre ces différentes densités sont de l'ordre de grandeur de ceux qui avaient été signalés dans les expériences antérieures. Les chiffres les plus forts se rattachent, comme on le voit, à l'aspect des cendres, à la présence de matières ferrugineuses.

Dans une seconde série d'expériences, on fit subir au préalable aux différents graphites une purification par attaque à l'acide nitrique fumant. Ensuite, suivant les cas, on se contenta simplement de dessécher le graphite après lavage; d'autres fois, on le chauffa au rouge sombre, température suffisante pour amener le foisonnement de certaines variétés.

Les écarts entre les nouvelles densités ont été plus grands encore qu'avant traitement. Les graphites foisonnés ont présenté des densités relativement faibles, descendant jusqu'à 1,10 pour le graphite de la fonte.

Le foisonnement paraît tenir à une simple exfoliation du graphite. Ce corps est constitué le plus souvent par des lamelles extraordinairement fines, comme celles de l'argile plastique, c'est-à-dire indiscernables au microscope et ayant par suite dans leur plus grande dimension moins de $\frac{1}{10000}$ de millimètre. La séparation de ces lamelles par le dégagement de très petites quantités de matières gazeuses interposées entre elles

suffit pour produire un gonflement apparent énorme. Cette finesse des lamelles du graphite est encore démontrée par une expérience d'Acheson, qui obtient la suspension indéfinie de ce corps dans l'eau, comme M. Schlœsing l'avait fait pour le kaolin, au moyen d'une addition de certaines matières solubles, le tanin par exemple.

Une troisième série d'expériences a été faite en employant la méthode de purification indiquée par Moissan, c'est-à-dire une fusion à la potasse suivie de lavages répétés aux acides. Les résultats n'ont pas été plus concordants.

Il est facile, au cours des expériences, de se rendre compte de l'inexactitude certaine des mesures ainsi faites. Toutes les fois qu'on recommence le vide, on voit de nouvelles bulles de gaz se dégager et la densité augmenter un peu sans que rien n'indique la proximité d'une valeur limite; il reste certainement de l'air emprisonné dans les pores du graphite. Un raisonnement très simple d'ailleurs montre l'inefficacité du vide pour enlever l'air d'un corps à pores très fins immergé dans un liquide. Dans le cas du graphite, ces pores doivent être du même ordre de grandeur que les lamelles elles-mêmes, c'est-à-dire inférieurs à $\frac{1}{10000}$ de millimètre; pour faire sortir une bulle de gaz d'un tube de ce diamètre plongeant dans un liquide, il faut une différence de pression de plus de 10^{atm}. Le vide seul est donc absolument sans effet. S'il convient pour les poudres usuelles, c'est que les vides y sont généralement de l'ordre de grandeur du $\frac{1}{10}$ de millimètre et que l'absence de cohésion permet aux différents grains de se déplacer les uns par rapport aux autres. Les expériences de Graham sur la transpiration des gaz à travers les plaques de graphite donnent d'ailleurs la preuve directe de l'existence de ces pores et de leur finesse extrême.

Nous avons alors essayé d'expulser l'air par compression dans un cylindre d'acier. Nous avons employé des pressions variant de 2000^{kg} à 11000^{kg} par centimètre carré. Après la première compression, il reste souvent à l'intérieur de la matière de petites cavités où une partie de l'air chassé des pores est emprisonnée; on s'en aperçoit au dégagement des bulles de gaz produit par le vide après immersion dans le liquide lourd. Mais, en écrasant la matière et recommençant la compression, on arrive à obtenir, après quelques opérations, une masse absolument compacte ne dégageant plus de gaz dans le vide.

Les mesures définitives de densité ont été faites sur des échantillons purifiés et comprimés dans les conditions suivantes :

Après une première attaque à chaud par l'acide azotique fumant, la matière lavée et séchée est fondue avec de la potasse au creuset d'argent, la température rouge sombre est maintenue 30 minutes. Après refroidissement, le contenu du creuset est repris par l'eau, puis attaqué par de l'acide chlorhydrique bouillant de densité 1,12. Finalement, le graphite est lavé, séché et calciné au rouge sombre. On s'est assuré que, par ce traitement, on obtenait l'élimination de la totalité de la silice, sans avoir besoin de recourir à l'acide fluorhydrique. Enfin, le graphite était comprimé à plusieurs reprises à 5000^{kg} par centimètre carré.

Le Tableau suivant donne le résultat des mesures successives faites et montre l'identité absolue de la densité de toutes les variétés de graphite, lorsqu'ils sont convenablement débarrassés de cendres et d'air interposés :

État de purification.	Acheson.	Ceylan.	Omenask.	Fonte.	Australie.	Mugrau.	Scharzbach.	Commerce.
Naturel, séché à 120°	1,62-2,05	2,25	2,06	2,246	2,66	2,44	2,36	2,375
» chauffé au rouge sombre	»	2,25	2,18-2,19	2,22	2,66	»	2,32	2,37
Attaqué par acide azotique, séché	1,87	2,263	2,16	2,26	2,65	2,44	2,254	2,375
» » » foisonné	»	2,23	»	1,10	»	»	»	»
Naturel, comprimé	2,194	2,25	»	»	»	»	»	»
» recomprimé	2,219	2,25	2,22	»	»	»	»	»
Attaqué par acide azotique, comprimé	2,258-2,251	2,255-2,256	»	2,262	»	»	»	»
Purifié KOH, comprimé	**2,255**	**2,255**	**2,255**	»	**2,255**	**2,256**	**2,255**	**2,264**

Le graphite de Scharzbach avait donné, après la première purification à la potasse, une densité de 2,29, mais sa combustion dans l'oxygène laissa une proportion notable de cendres, accusant ainsi une purification incomplète; après une seconde purification, on obtint le chiffre donné au Tableau.

Un second échantillon de graphite d'Australie, traité de la même façon que celui porté au Tableau, a donné une densité finale de 2,252, à peine différente de la première.

La densité la plus élevée trouvée pour le graphite du commerce doit être attribuée à une purification incomplète. C'est un mélange artificiel assez complexe pour lequel le procédé de purification reconnu convenable pour les graphites naturels n'est peut-être pas suffisant.

Conclusions. — 1° Tous les graphites naturels et artificiels donnent, après purification complète, une densité identique de 2,255 (eau à 4°), le graphite étant pris en moyenne à la température de 15°.

2° Le graphite foisonnant présente, avant ou après foisonnement, la même densité que le graphite ordinaire.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'utilisation de la tourbe pour l'épuration des eaux d'égout.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé.**

Au cours de nos travaux sur la nitrification intensive (1), la tourbe nous était apparue comme un support extrêmement favorable au développement des organismes nitrifiants et nous avons appliqué cette aptitude à l'épuration des eaux d'égout. Cette épuration, en effet, est un phénomène d'oxy-

(1) *Comptes rendus,* t. CXLII, p. 1241.

dation, en grande partie attribuable aux bactéries qui transforment l'ammoniaque en nitrates. Dans une Note précédente ([1]), nous avons exposé les premiers résultats de nos expériences sur l'obtention de lits bactériens d'une extraordinaire énergie.

Notre dispositif expérimental consistait en une colonne épuratrice de fragments de tourbe, sur une épaisseur de $0^m,50$, entre lesquels l'air pouvait circuler librement.

Malgré la faible épaisseur de ce lit oxydant, l'épuration de l'eau d'égout a été presque complète, avec une vitesse de passage de 1^{m^3} de liquide par mètre carré de surface et par 24 heures.

En augmentant la hauteur de la colonne de tourbe, nous pouvions espérer une épuration encore plus complète et plus rapide, par unité de surface du lit bactérien. Nous avons donné une hauteur de $1^m,60$ à la couche de tourbe, nous rapprochant ainsi, comme dispositif, de ce qui se pratique dans les lits à percolation. La tourbe que nous avons employée était celle qu'on extrait pour le chauffage. Elle était assez compacte, de texture fibreuse, et provenait des couches supérieures des tourbières de la Somme. Se présentant en briquettes, elle a été divisée en fragments anguleux de la grosseur approximative d'un œuf, puis trempée dans un lait de craie en poudre, destinée à saturer son acidité et additionnée de terreau de jardinier pour l'ensemencer de ferments nitrificateurs actifs.

L'eau d'égout, prélevée chaque jour dans le collecteur de la rue Censier, était placée dans une bâche et traversait ensuite, d'une façon continue, des récipients formant fosses septiques. Les matières grossières en suspension s'y déposaient avant d'arriver à la colonne de tourbe. La régularité du débit des liquides était assurée à l'aide d'un robinet à flotteur fixé sur la bâche, et l'on pouvait, à volonté, faire varier ce débit pour des périodes déterminées.

L'arrosage était intermittent. Nous avons en effet reconnu que, lorsqu'on effectuait un arrosage continu, il se formait, à la surface des fragments de tourbe, des amas glaireux de zooglées et de soufre précipité, qui diminuaient la perméabilité et pouvaient s'opposer à l'aération. Au moyen d'un siphon s'amorçant et s'arrêtant automatiquement, on réalisait la répartition des liquides à la surface du lit bactérien par intermittences de 3 à 5 minutes. On a ainsi évité cet inconvénient.

Cette installation a fonctionné sans interruption depuis le commencement

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 466.

du mois de mai jusqu'au 15 décembre. A cette dernière date, l'activité épuratrice était encore aussi grande qu'au début.

Dans une première série d'essais, nous nous sommes attachés à déterminer la dose maxima d'eau résiduaire qui pouvait être traitée par unité de surface du lit épurateur. Nous avons progressivement augmenté la vitesse de passage jusqu'à ce que l'apparition de l'ammoniaque et l'augmentation des matières organiques dans l'eau épurée aient fixé la limite à laquelle on devait s'arrêter.

Jusqu'à une dose dépassant 3000^{l} par mètre carré et par 24 heures, cette épuration a été parfaite, comme le montrent les chiffres suivants, qui donnent les résultats des dosages effectués sur l'eau sortant des fosses septiques, c'est-à-dire avant l'épuration, et sur la même eau après le passage sur la colonne de tourbe :

	27 mai.		28 mai.		30 mai.	
Volume épuré par mètre carré et par 24 heures...	3000^{l}		3200^{l}		3200^{l}	
Par litre :	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Azote ammoniacal	20,0	0	23,0	0	17,9	0
» organique	8,0	1,7	7,8	1,6	10,8	1,4
» nitrique	0	8,2	0	12,8	0	9,6
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	85	10,2	98	10,8	75	8,0
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin	68	8,6	79	9,0	73	8,0

Les eaux sur lesquelles nous opérions avaient une composition voisine de la moyenne des eaux résiduaires de la ville de Paris; elles étaient un peu plus riches cependant en matières organiques, chargées des résidus de nombreuses tanneries et contenant des matières tinctoriales.

Malgré ces conditions plutôt défavorables, l'ammoniaque a complètement disparu; l'azote organique a été éliminé dans la proportion de près de 85 pour 100 et la matière organique totale, exprimée par l'oxygène qu'elle emprunte au permanganate de potasse, a diminué de 91 pour 100. L'eau épurée était parfaitement limpide et inodore et se conservait avec sa limpidité aussi bien en vase clos qu'au contact de l'air; par conséquent, elle était imputrescible.

La numération des organismes pouvant se développer sur la gélatine a donné par centimètre cube d'eau :

A la sortie des fosses septiques	3 000 000
A la sortie de la colonne épuratrice	363

Au point de vue de la composition chimique, avec un régime de plus de 3^{m^3} par mètre carré de surface et par jour, l'épuration sur le lit bactérien de tourbe a été plus parfaite que celle qu'on obtient sur des lits d'autres matériaux, comme les escarbilles, avec des débits qui ne dépassent pas $0^{m^3},400$ à $0^{m^3},500$ par le système des bassins de contact et $0^{m^3},750$ à 1^{m^3} par le système des lits à percolation. Au point de vue bactériologique, l'épuration a été comparable à celle qu'on obtient sur les champs d'épandage, qui ne peuvent traiter que 10^l à 15^l d'eau d'égout par mètre carré et par jour.

Quoique le débit que nous avons pu donner à notre lit épurateur fût extrêmement élevé, nous avons cherché à l'élever encore, jusqu'à la limite extrême à laquelle l'épuration devient incomplète. Il est en effet de grande importance, dans la pratique, de pouvoir traiter les plus grands volumes d'eau d'égout sur les surfaces les plus restreintes.

Voici quelques-uns des résultats obtenus :

	5 juin.		7 juin.		8 juin.		13 juin.		17 juin.	
Volume épuré par mètre carré et par jour.	4000l		4000l		4300l		5000l		3505l	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
Par litre :	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Azote ammoniacal	24,4	1,4	18,8	0,3	21,3	2,2	17,5	2,4	23,3	11,5
» organique	15,4	1,9	12,0	1,5	9,8	2,0	10,5	4,7	12,1	6,1
» nitrique	0	12,8	0	8,3	0	8,2	0	7,2	0	3,1
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	132	10,8	86	11,0	92	11,2	84	14,0	106	23,2
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin	103	8,2	73	5,6	68	9,6	71	11,8	87	20,0

Avec un débit voisin de 4^{m^3} par mètre carré de surface, l'épuration a encore été très satisfaisante, analogue à celle que donnent les champs oxydants formés d'escarbilles, avec une marche de 1^{m^3} d'eau par jour.

L'eau épurée est tout à fait limpide, inodore et imputrescible. Des poissons y vivent sans être incommodés et sans venir jamais respirer à la surface, ce qui indiquerait une mauvaise aération.

Mais, lorsque le débit journalier a atteint le chiffre énorme de 5^{m^3} par mètre carré, l'épuration s'est montrée trop incomplète pour être regardée comme satisfaisante. Les proportions d'ammoniaque restante étaient notables, ainsi que celles de l'azote organique et des matières carbonées. Cette eau, d'ailleurs inodore, était louche, et le louche s'accentuait lorqu'on la conservait à l'abri de l'air. Les poissons y vivaient encore, mais ils venaient fréquemment près de la surface : elle était donc peu aérée. La numération des bactéries dans ces eaux en a donné 58520 par centimètre cube.

En résumé, dans les conditions de nos expériences, pour des eaux d'égout de composition ordinaire, le débit convenable a été de 3^{m^3} à 4^{m^3} par mètre carré et par jour.

Après les arrosages excessifs à raison de plus de 5^{m^3}, le lit bactérien de tourbe a de nouveau été mis au régime normal et, immédiatement, l'épuration est redevenue satisfaisante. Dans la pratique, le volume des eaux d'égout à épurer est loin d'être constant. Après des orages, par exemple, il augmente dans des proportions considérables. Cette faculté des lits bactériens de tourbe de pouvoir recevoir momentanément des arrosages très copieux, sans que la marche ultérieure de l'épuration soit compromise, constitue un avantage sérieux.

La concentration des eaux qui ont servi à nos essais est rarement dépassée dans les eaux résiduaires des villes qui possèdent le système d'égouts unitaires, dans lequel les eaux de pluie et les eaux de lavage des rues sont réunies aux eaux ménagères, aux eaux vannes et aux eaux industrielles. Avec le système séparatif, où les eaux vannes et les matières de vidange sont à épurer seules, leur concentration est notablement plus grande, mais leur volume est plus faible, et l'intensité de l'arrosage peut être réduite.

Nos recherches antérieures sur la nitrification ([1]) nous ont montré qu'il était possible de faire nitrifier sur des lits de tourbe des solutions ammoniacales d'une concentration que n'atteignent en aucun cas les eaux d'égout. Cependant, nous avons essayé l'épuration d'eaux très chargées et, dans ce but, nous avons enrichi artificiellement les eaux d'égout ordinaires avec du purin provenant d'étables de vaches. Les chiffres suivants montrent les résultats obtenus :

	20 août. — Eau d'égout additionnée de 5 pour 100 de purin.		27 août. — Eau d'égout additionnée de 10 pour 100 de purin.	
Volume épuré par mètre carré et par jour	2500^l		2500^l	
Par litre :	avant.	après.	avant.	après.
	mg	mg	mg	mg
Azote ammoniacal	42,4	0	88,5	4,1
» organique	15,2	3,2	16,4	5,0
» nitrique	0	32,5	0	66,5
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	156	15,1	208	19,5
» » » alcalin	140	12,1	195	18,1

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1240.

Les effluents étaient limpides, inodores et imputrescibles, bien que la proportion de matière organique résiduelle fût encore assez élevée. Cependant, les débits étaient encore considérables. On peut espérer que des eaux encore plus chargées pourraient être épurées si l'on réduisait l'intensité des arrosages (¹).

Dans tous les cas observés au cours de nos études, une partie seulement de l'azote ammoniacal et organique qui disparaît se retrouve à l'état nitrique. Les actions oxydantes ne sont donc pas seulement dues aux bactéries nitrifiantes. D'autres organismes interviennent, qui brûlent, en même temps que la matière carbonée, les combinaisons azotées, en déversant l'azote à l'état gazeux dans l'atmosphère.

Cette élimination de l'azote est d'autant plus considérable que la matière carbonée est plus abondante. Dans ce cas, les ferments nitrificateurs, qui opèrent une transformation intégrale de l'ammoniaque en nitrates lorsque la matière organique est absente, se trouvent en concurrence avec les bactéries banales de la combustion, qui peuvent prendre la prédominance et éliminer de notables quantités d'azote à l'état libre. L'ammoniaque elle-même n'échappe pas à leur action.

Ce fait est mis en évidence par les chiffres suivants, dans lesquels les rapports de l'azote ammoniacal à la matière organique totale varient notablement :

		I.	II.	III.
Rapport de l'azote ammoniacal à la matière organique..		$\frac{1}{43,1}$	$\frac{1}{36,8}$	$\frac{1}{23,5}$
Pour 100 d'azote ammoniacal	Azote nitrifié.........	35,8	59,7	69,4
et organique disparu.....	Azote dégagé.........	64,2	40,3	30,6

L'épuration des eaux d'égout est donc un phénomène biologique d'une extrême complexité et dont l'allure est variable avec la composition, elle-même si changeante, du milieu, donnant la prédominance tantôt à telles espèces bactériennes, tantôt à telles autres.

Mais, dans toutes les conditions réalisées dans nos expériences, le support de tourbe a montré son efficacité comme lit bactérien destiné à l'épuration des eaux résiduaires.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie des *Procès-verbaux des séances du* Comité international des Poids et Mesures, *Session de* 1907.

(¹) M. Pottevin, en confirmant nos premiers résultats, avait déjà obtenu l'épuration d'eaux artificiellement enrichies (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 768).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Atlas météorologique pour l'année 1906, *d'après vingt-deux stations françaises,* par G. Eiffel. (Présenté par M. Mascart.)

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le Soleil à l'Observatoire de Rio de Janeiro.* Note de M. **Morize.**

Le passage de Mercure sur le Soleil du 14 novembre dernier a pu être observé à Rio en d'assez bonnes conditions. A l'heure prévue pour les premiers contacts, le ciel était découvert et le vent faible; mais vers 10^h du matin une couche de cirrus, qui allait s'épaississant, a rendu difficile l'observation.

L'instrument employé a été l'équatorial de 24^{cm}, avec objectif de MM. Henry frères, muni d'un oculaire divergent qui projetait sur un écran une image de 25^{cm} de diamètre. L'image de la planète a paru circulaire, très noire, bien plus que le noyau d'une superbe tache qui était au méridien central. On n'a pas aperçu de trace du ligament noir ni de tache lumineuse centrale.

Après 10^h l'état du ciel a empêché les observations physiques, et l'on a dû se contenter de déterminer les heures des deux derniers contacts, qui sont :

			Temps moyen civil de Rio de Janeiro.
			h m s
Premier	contact	externe......	7.33.10,6 (?)
Premier	»	interne......	7.34. 9,6
Deuxième	»	interne......	10.54.21,6
Deuxième	»	externe......	10.56.18,8 (?)

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure des* 13-14 *novembre* 1907, *à Schio* (*Italie*). Note de M. **Fr. Faccin.** (Extrait.)

Le bord solaire était très ondulant et il a été impossible d'apercevoir Mercure hors du Soleil; l'observation du premier contact extérieur a été impossible et celle du premier contact intérieur a été difficile; dans un

instant de calme relatif, on a entrevu la goutte noire. Sur le Soleil, le disque de la planète a paru parfaitement rond, uniformément noir et beaucoup plus noir que les noyaux des taches qui formaient alors un groupe visible à l'œil nu; jamais il n'a été possible d'apercevoir ni auréole, ni point brillant.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommabilité des séries de Fourier.* Note de M. A. **Buhl.**

Dans les *Comptes rendus* (14 octobre 1907) et dans le *Bulletin* de M. Darboux (décembre 1907) j'ai donné une formule de sommabilité concernant la série de Laurent. Or on montre, dans tous les Traités d'Analyse, qu'une substitution de la forme $z = e^{i\omega}$ permet de passer de la série de Laurent à celle de Fourier. On peut donc, de la formule de sommabilité concernant la première série, déduire une formule concernant la seconde. Je me borne à rappeler ce fait intuitif et vais ici établir directement, dans le champ réel, une formule de sommabilité très générale concernant les séries de Fourier.

Soient les deux développements

$$(1) \qquad F(\theta) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} F(\xi)\,d\xi + \frac{1}{\pi}\sum_1^{\infty}\int_0^{2\pi} F(\xi)\cos n(\xi-\theta)\,d\xi,$$

$$(2) \qquad f(\tau) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(\zeta)\,d\zeta + \frac{1}{\pi}\sum_1^{\infty}\int_0^{2\pi} f(\zeta)\cos n(\zeta-\tau)\,d\zeta.$$

Soient s_n la somme des $(n+1)$ premiers termes de (1) et c_n le $(n+1)^{\text{ième}}$ terme de (2). Par des transformations élémentaires, on trouve que l'expression

$$(3) \qquad \pi^2 \sum_0^n \frac{c_n s_n}{f(\tau)}$$

est la somme de deux intégrales doubles qui, si l'on pose

$$\xi = \theta + 2u, \qquad \zeta = \tau + 2v,$$

deviennent

$$\int_{-\frac{\theta}{2}}^{\pi-\frac{\theta}{2}}\int_{-\frac{\tau}{2}}^{\pi-\frac{\tau}{2}} F(\theta+2u)\frac{f(\tau+2v)}{f(\tau)}\,\frac{\sin(n+1)(u+v)}{\sin(u+v)}\,\frac{\sin[u+n(u+v)]}{\sin u}\,du\,dv,$$

$$\int_{-\frac{\theta}{2}}^{\pi-\frac{\theta}{2}}\int_{-\frac{\tau}{2}}^{\pi-\frac{\tau}{2}} F(\theta+2u)\frac{f(\tau+2v)}{f(\tau)}\,\frac{\sin n(u-v)}{\sin(u-v)}\,\frac{\sin[u+(n+1)(u-v)]}{\sin u}\,du\,dv.$$

Admettons que $f(\tau)$ présente pour $\tau = \alpha$ un infini ne détruisant ni la continuité, ni la formule (2); je spécifie même que le rapport de $f(\alpha - \delta)$ à $f(\alpha + \delta)$ tend vers 1 quand δ tend vers zéro.

Étudions l'expression (3) où nous ferons tendre n vers l'infini et τ vers α.

Les intégrations en ν ne sont à considérer qu'entre $-\varepsilon$ et $+\varepsilon$; les autres parties sont finies et donnent des résultats nuls quand on les divise par $f(\alpha)$. Changeant ν en $-\nu$ de $-\varepsilon$ à zéro, il ne reste que des intégrales en ν de zéro à ε contenant le rapport de $f(\tau \pm 2\nu)$ à $f(\tau)$. Si l'on intègre de $\varepsilon' < \varepsilon$ à ε, on peut supprimer ledit rapport sous les intégrales en écrivant au dehors celui de $f(\tau \pm 2\eta)$ à $f(\tau)$, η étant compris entre ε' et ε. Quand ε' tend vers zéro, il en est de même de η et, comme d'autre part τ tend vers α, le rapport précédent diffère de 1 d'aussi peu qu'on le veut.

En résumé, et ceci est pour moi un premier théorème fondamental, *l'expression*

$$\lim_{\tau=\alpha} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c_n s_n}{f(\tau)} \tag{4}$$

ne dépend pas de f.

Il n'est pas impossible de déterminer complètement (4) en étudiant les intégrales doubles qui précèdent et qui généralisent l'intégrale simple de Dirichlet. Mais on peut aussi tourner la difficulté en profitant de l'invariance de (4) par rapport à f et calculer cette expression dans le cas d'une fonction sommatrice particulièrement simple. Je prendrai

$$f(\tau) = \frac{1}{2} + \frac{\sin(2n+1)\frac{\tau}{2}}{2\sin\frac{\tau}{2}} = 1 + \cos\tau + \ldots + \cos n\tau,$$

l'entier n croissant indéfiniment. La série ainsi obtenue, considérée d'ordinaire comme indéterminée, n'est cependant infinie que pour τ égal à zéro ou à 2π. De plus, ces deux infinis peuvent être assimilés à un seul en roulant le plan réel de façon à en faire un cylindre où les ordonnées d'abscisses zéro et 2π seraient confondues. L'expression (4) devient alors

$$\lim_{\tau=0} \frac{s_0 + s_1\cos\tau + s_2\cos 2\tau + \ldots}{1 + \cos\tau + \cos 2\tau + \ldots} = \lim_{n=\infty} \frac{s_0 + s_1 + \ldots + s_{n-1}}{n}.$$

Or, dans les *Mathematische Annalen,* t. LVIII, 1904, M. Fejér a établi que cette dernière limite était égale à $F(\theta)$.

Comme autre application élégante on peut partir de

$$f(\tau) = -\frac{1}{2}\log\left(2\sin\frac{\tau}{2}\right)^2 = \frac{\cos\tau}{1} + \frac{\cos 2\tau}{2} + \ldots,$$

ce qui donne

$$F(\theta) = \frac{\frac{s_1}{1} + \frac{s_2}{2} + \frac{s_3}{3} + \ldots}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots}.$$

En résumé, si l'on considère une suite de nombres α_n tendant vers α quand n croît indéfiniment et si l'on pose

$$S_n = \frac{c_0(\alpha_n)s_0 + c_1(\alpha_n)s_1 + \ldots + c_n(\alpha_n)s_n}{f(\alpha_n)},$$

on peut écrire

$$F(\theta) = S_0 + (S_1 - S_0) + (S_2 - S_1) + \ldots,$$

série trigonométrique dont l'indétermination *formelle* est considérable et qui jouit cependant de propriétés analogues à celles de la série de Fourier.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le choix de l'exposant de convergence pour les fonctions entières de genre infini.* Note de M. **A. Denjoy**, présentée par M. H. Poincaré.

Étant donnée une suite de zéros $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$, rangés par ordre de modules non décroissants avec $a_1 \neq 0$, lorsque la série $\frac{1}{|a_n|^k}$ diverge quel que soit k, parmi toutes les fonctions entières de la forme

$$\prod_1^\infty \left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{x}{a_n} + \ldots + \frac{1}{p_n}\left(\frac{x}{a_n}\right)^{p_n}},$$

où p_n est un entier fonction de son indice, comment faut-il choisir la fonction p_n, pour que la fonction entière $F(z)$ correspondante rende dans les applications des services analogues aux produits canoniques de genre fini?

1° *Nous exigerons que l'exposant canonique p_n ne dépende que de la suite $r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$ des modules des zéros.*

Supposons donc donnée seulement cette dernière suite. Si $M(r)$ désigne le maximum du module de $F(z)$ pour $|z| = r$, $M(r)$ dépendra évidemment

des arguments des zéros dont les modules seuls nous sont donnés. Ces arguments variant de toutes les façons possibles, $M(r)$ possède, pour chaque valeur de r, une certaine limite supérieure $P(r)$, qui ne dépend que de la fonction p_n choisie et de la suite r_n.

L'exposant canonique sera déterminé par cette condition que cette limite soit la plus petite possible.

Soient h défini par $r_h \leqq r < r_{h+1}$,

$$F_1(z) = \prod_1^h \left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{z}{a_n} + \ldots + \frac{1}{p_n}\left(\frac{z}{a_n}\right)^{p_n}}, \qquad F_2(z) = \prod_{h+1}^{\infty};$$

$P_1(r)$ et $P_2(r)$ respectivement les limites supérieures de $|F_1(z)|$ et de $|F_2(z)|$ sur un cercle de rayon r, en sorte que $P = P_1 P_2$. L'ordre de grandeur de P est le plus grand des ordres de P_1 et de P_2.

Or, partant d'une fonction p_n arbitraire, si l'on augmente p_n, il se trouve que P_1 augmente et que P_2 diminue; si l'on diminue p_n, P_1 diminue et P_2 s'accroît.

L'exposant canonique sera donc évidemment celui qui donne aux deux produits P_1 *et* P_2 *le même ordre de grandeur.*

Les auteurs qui se sont occupés des fonctions de genre infini ont, en général, eu pour principal souci de réduire le reste P_2 de façon à le rendre aisément limitable (cela, en augmentant la convergence de la série, c'est-à-dire p_n); mais la valeur de P_1 rend alors trop fort l'ordre de $F(z)$.

Il ne paraît pas possible, sans autre hypothèse sur r_n que sa non-décroissance, de fixer p_n en toute généralité; r_n étant quelconque, nous considérerons une fonction $\varphi(r)$ croissante, telle que $\varphi(r_n) \geqq n$ (le signe $=$ pourra être pris pour une infinité de valeurs de n), et telle que $\frac{d \log \varphi(r)}{d \log r} = \chi(r)$ ne soit jamais décroissante. Ces hypothèses sont les plus générales qui aient été faites dans les divers travaux sur les fonctions de genre infini.

Avec cette seule hypothèse, *on peut dire que, sensiblement*,

$$p_n = \chi(r_n) = \frac{d \log \varphi(r_n)}{d \log r_n}.$$

D'une façon précise, si p_n est la partie entière de $(1+\alpha)\chi(n)$ (α fixe, arbitrairement petit), les limites supérieures sont $\varepsilon\varphi(r)^{1+\alpha}$ pour $\log P_1$ et $h\frac{\varphi(r)}{\alpha}$ pour $\log P_2$ (h fini, ε infiniment petit). P_1 est d'ordre supérieur à P_2.

Si p_n est la partie entière de $\chi(r_n) + \alpha$, le produit P_2 est convergent, et

$\log P_2 < \frac{h}{\alpha}\varphi(r)\frac{d\log\varphi(r)}{d\log r}$ (ici une hypothèse supplémentaire est nécessaire si l'on ne veut excepter une infinité de couronnes d'épaisseur totale finie). La limite supérieure de $\log P_1$ est $\varepsilon\frac{r^\alpha}{\alpha}\varphi(r)$. Cette fois (en supposant le genre infini), P_2 est d'ordre supérieur à P_1.

Si $\psi(r) = \varphi(r), \log\varphi(r) \ldots \log_{k-1}\varphi(r)[\log_k\varphi(r)]^{1+\alpha}$ est tel que $\frac{d\log\psi(r)}{d\log r}$ soit croissant; nous posons $p_n = \frac{d\log\psi(r_n)}{d\log r_n}$. On a

$$\log P_1 < \varepsilon\varphi(r)\log\varphi(r)\ldots\log_k^{1+\alpha}\varphi(r) \quad \text{et} \quad \log P_2 < \frac{h}{\alpha}\varphi(r)\log\varphi(r)\ldots\log_k\varphi(r).$$

[Les limites supérieures indiquées peuvent être atteintes pour une infinité de valeurs de r, si aucune hypothèse supplémentaire n'est faite sur $\varphi(r)$.] L'exposant actuel p_n est donc toujours trop fort.

Des hypothèses un peu plus précises et qui sont satisfaites *en particulier* toutes les fois que r_n est une fonction de n formée à partir de la fonction exponentielle et de la fonction logarithmique, par des combinaisons algébriques et des itérations arbitraires de ces fonctions, permettent, dans le cas du genre non fini, de prendre toujours

$$p_n \leqq \frac{d\log\varphi(r_n)}{d\log r_n} < p_n + 1 \quad \text{avec} \quad \varphi(r_n) = n,$$

et donnent pour $\log P(r)$ des limites encore plus voisines de $\varphi(r)$. Quel que soit r_n, l'exposant $\log n \log_2 n \log_{\lambda-1} n (\log_\lambda n)^{1+\varepsilon}$ est trop fort, et il est possible de choisir r_n assez lentement croissant pour que $\log h \ldots \log_\lambda h$ ne soit pas assez élevé. On a, en tous cas, pour limite supérieure du produit canonique formé avec les zéros de modules $r_1, r_2, \ldots, r_n$, l'expression $n\frac{d\log n}{d\log r}$.

Les considérations précédentes donneraient, dans le cas des fonctions de genre fini non entier, tous les résultats de MM. Lindelöf et Boutroux, et certains même plus généraux.

GÉODÉSIE. — *Sur la mesure des mouvements généraux du sol au moyen de nivellements répétés à de longs intervalles*. Note [1] de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Depuis les âges primitifs, l'écorce terrestre est sujette à de lentes défor-

[1] Présentée dans la séance du 6 janvier 1908.

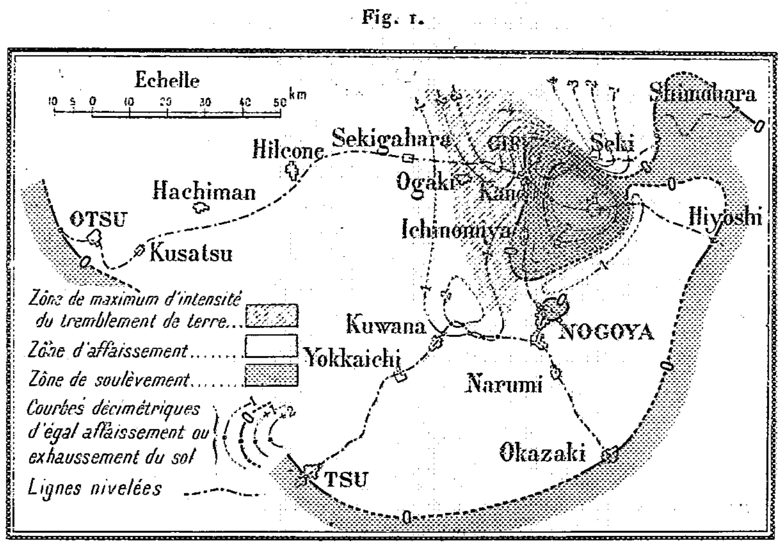
mations, dont la Géologie offre d'abondantes preuves, mais dont on possède peu ou point de mesures précises.

Dès 1867, pour combler cette lacune, l'Association géodésique européenne montrait, dans la répétition des nivellements à de longs intervalles, un moyen de mesurer les affaissements ou les exhaussements du sol; et le Congrès international géographique de 1881 réclamait partout cette répétition.

Adoptant un vœu émis par le Congrès géologique de Vienne, en 1903, l'Association des Académies, en 1904, a saisi à nouveau de cette question l'Association géodésique internationale. La présente Note est un résumé du Rapport dont, à cette occasion, j'ai eu l'honneur d'être chargé.

I. *Essais antérieurs.* — A la suite du grand tremblement de terre d'Agram, en 1880, le Gouvernement autrichien fit réitérer les nivellements traversant la zone dévastée;

Fig. 1.



Mouvements du sol constatés à la suite du tremblement de terre de 1891, dans la région de Nô-Bi (Japon).

mais ce fut sans résultat, les variations d'altitudes n'ayant nulle part excédé l'erreur propre des opérations.

En France, le nouveau réseau fondamental, nivelé de 1884 à 1892, semblait, par sa comparaison avec celui de Bourdaloué, plus ancien de 30 années, devoir fournir, à ce sujet, de précieuses indications; une discordance progressive, croissant du Sud au Nord et atteignant près de 1^{m} à Lille et à Brest, avait même été constatée; mais je pus bientôt montrer que cette discordance provenait de l'accumulation de petites

erreurs systématiques, jusque-là ignorées, dans l'opération primitive ([1]). On n'en put rien déduire quant aux mouvements possibles du sol dans l'intervalle.

A cet égard, la seule constatation vraiment nette a été faite au Japon, et encore s'agissait-il, non de mouvements lents, mais de brusques dénivellations survenues à la suite d'un grand tremblement de terre, celui de Nô-Bi, en 1891. La réitération des nivellements antérieurs traversant la région révéla des changements de beaucoup supérieurs à l'erreur possible des écarts trouvés entre les deux opérations ([2]). La représentation graphique que j'en ai faite (*fig.* 1) accuse, en effet, l'existence de dépressions atteignant $0^m,4$, autour d'une zone triangulaire de 25^{km} de côté, elle-même surélevée de $0^m,6$ à $0^m,8$ ([3]). L'erreur possible de ces écarts n'excédant nulle part $\pm 0^m,03$, leur réalité n'est donc pas douteuse.

Le rapide essor, depuis un demi-siècle, des nivellements de précision dans tous les pays permet d'entrevoir, pour l'avenir, des résultats plus probants. Mais dans quelle mesure? C'est ce qu'il importe de rechercher.

II. *Conditions à réaliser.* — Pour que l'écart entre deux nivellements d'un même itinéraire, exécutés à des époques distinctes, puisse être attribué à des mouvements du sol dans l'intervalle, il faut, outre une parfaite identité des points communs aux deux opérations :

1° Une suffisante stabilité de la surface de comparaison, généralement le niveau moyen d'une mer, choisie pour commune origine des deux nivellements; condition rarement réalisée à moins de $0^m,1$ près. Ainsi, par exemple, le niveau moyen annuel de la Méditerranée à Marseille, de 1885 à 1906 (*fig.* 2), a oscillé entre deux limites extrêmes distantes de près de $0^m,1$.

2° Entre les altitudes ancienne et nouvelle des repères communs, les écarts doivent être notablement supérieurs à leur incertitude propre, c'est-à-dire à la somme de leurs erreurs possibles, qui sont :

a. Les *erreurs accidentelles* des deux opérations (erreurs proportionnelles à la racine carrée de la longueur des sections nivelées) ;

b. Les *erreurs systématiques* d'opérations (proportionnelles à la longueur des mêmes sections);

c. Les *erreurs d'étalonnage des mires* (proportionnelles aux dénivellations franchies).

---

(1) Ch. Lallemand, *Comptes rendus*, 16 juin 1890.

(2) M. Sugiyama, *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale* (Conférence de Copenhague, 1903).

(3) Chose curieuse, le maximum d'intensité des secousses a eu lieu, non dans la zone soulevée, mais tout autour, dans la région déprimée.

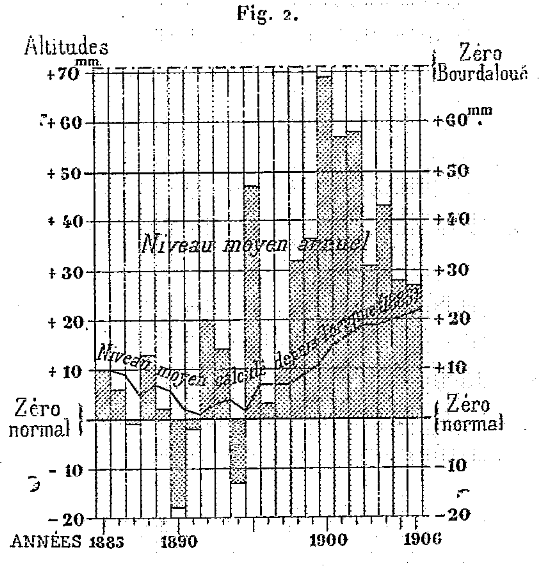
En admettant, pour ces erreurs, les coefficients moyens les plus bas jusqu'alors obtenus dans les grands nivellements européens, savoir :

> $0^{mm},8$ par kilomètre, pour l'erreur accidentelle probable,
> $0^{mm},15$ par kilomètre, pour l'erreur systématique probable,
> $0^{mm},015$ par mètre, pour l'erreur probable d'étalonnage des mires,

et en supposant les opérations effectuées par sections homogènes (¹) de 100^{km} de longueur moyenne, on calcule aisément que, pour un col situé, par exemple, à 2000^{m} de hauteur et à 600^{km} de l'origine des nivellements, l'écart entre les deux altitudes ancienne et nouvelle pourrait être erroné de $\pm 24^{cm}$ ou de $\pm 17^{cm}$, selon que ce col serait relié à l'origine par un ou par deux itinéraires distincts.

En supposant même réduite à 100^{km} la distance à la mer et à 100^{m} l'altitude du col, l'erreur à craindre, dans les mêmes conditions, serait encore de $\pm 10^{cm}$ ou de $\pm 7^{cm}$, suivant le cas.

Fig. 2.



Variations du niveau moyen annuel de la Méditerranée à Marseille, de 1885 à 1906 par rapport au zéro normal du Nivellement général de la France.

Tout compte fait, malgré leur remarquable précision, les nivellements actuels paraissent impuissants à déceler des mouvements du sol inférieurs à 1^{dm} ou 2^{dm}.

Pour descendre au-dessous de ces limites, il faudrait accroître encore la précision des nivellements, chose quasi impossible, les erreurs qui subsistent ayant leur source dans l'atmosphère même, bien plutôt que dans les opéra-

(¹) C'est-à-dire nivelées à peu près dans les mêmes conditions, notamment par les mêmes opérateurs et avec les mêmes instruments.

teurs, les méthodes ou les instruments; ou bien il faudrait réitérer un grand nombre de fois, dans des conditions variées, les opérations, solution ruineuse et d'ailleurs sans grand intérêt pratique, vu l'impossibilité d'améliorer après coup les anciens nivellements à comparer avec les nouveaux (¹).

Conclusions (²). — « 1° Vu le degré d'exactitude pratiquement susceptible d'être atteint par les nivellements, leur répétition ne permet guère, sauf exceptions, de déceler avec certitude l'existence de mouvements généraux d'affaissement ou d'exhaussement du sol inférieurs à 1^{dm}.

» 2° Pour pouvoir fixer le degré de stabilité de son sol, chaque pays devrait, deux ou trois fois par siècle, réitérer son nivellement fondamental, ou tout au moins le nivellement d'un groupe de lignes choisies, reliant entre elles les mers voisines et franchissant les principales montagnes de son territoire (³). »

MÉCANIQUE. — *Sur la statique de la surface déformable et la dynamique de la ligne déformable.* Note (⁴) de MM. EUGÈNE et FRANÇOIS COSSERAT.

La définition de la surface déformable que nous avons adoptée est particulièrement intéressante dans l'état actuel de la théorie des surfaces géométriques, tel que M. Darboux le présente dans ses *Leçons*. Cette définition conduit aisément à des développements que les premiers chercheurs, Sophie Germain et Poisson, n'auraient pu réaliser à leur époque qu'avec beaucoup de difficulté.

Si ρ_i $(i = 1, 2)$ sont les paramètres de deux systèmes de lignes tracées sur la surface non déformée, et (ξ_i, η_i, ζ_i), (p_i, q_i, r_i) les vitesses géométriques de translation et de rotation du trièdre $Mx'y'z'$ adjoint à chaque point M dans l'état déformé, la densité de l'action de déformation est une fonction W

(¹) Les nouveaux nivellements, par exemple, étant supposés deux fois plus précis que les anciens, les erreurs à craindre, ci-dessus calculées, se trouveraient réduites de 20 pour 100 tout au plus, gain tout à fait insuffisant.

(²) Ces conclusions ont été votées à l'unanimité par l'Association géodésique internationale (Conférence de Budapest, 1906) et ensuite adoptées par l'Association des Académies (Session de Vienne, 1907).

(³) Pour les lignes à fortes dénivellations, un contrôle fréquent de la longueur des mires, au cours même des opérations, serait en outre indispensable.

(⁴) Présentée dans la séance du 6 janvier 1908.

de ces quantités, qui est invariante dans le groupe euclidien. La variation de l'action, pour une portion de la surface, introduit, relativement au trièdre $Mx'y'z'$, les efforts et les moments de déformation qui s'exercent au point M sur les éléments des courbes coordonnées (ρ_i), et qui s'expriment au moyen des dérivées $\frac{\partial W}{\partial \xi_i}, \frac{\partial W}{\partial \eta_i}, \frac{\partial W}{\partial \zeta_i}, \frac{\partial W}{\partial p_i}, \frac{\partial W}{\partial q_i}, \frac{\partial W}{\partial r_i}$. Elle conduit en outre à définir la force et le moment extérieurs par des équations embrassant à titre de cas particuliers toutes celles que l'on a obtenues jusqu'ici avec le principe de solidification, où l'on considère les efforts et les moments de déformation comme de simples vecteurs, indépendamment de leurs valeurs calculées au moyen de W. La notion d'énergie de déformation résulte encore ici de celle du travail.

On peut rapporter les efforts et les moments de déformation en un point M à un trièdre mobile avec M et dont un des axes reste normal à la surface (M); on introduit ainsi des composantes de ces efforts et moments qui conduisent, comme pour la ligne, aux notions d'efforts de tension ou de cisaillement et de moments de flexion ou de torsion, et qui présentent cet intérêt particulier d'être rapportées seulement à la surface géométrique supportant en quelque sorte l'ensemble continu de trièdres de la surface déformable considérée. Les équations connues sont précisément relatives à ces composantes, dont l'étude très intéressante peut se faire en ayant égard aux divers éléments géométriques de la surface dessinée par les sommets des trièdres. Le principe de solidification est d'ailleurs toujours exprimé en écrivant que la variation de l'action est nulle pour tout déplacement euclidien.

Les notions de trièdre caché et de W caché jouent le même rôle que dans la théorie de la ligne déformable; elles s'interprètent encore par la considération des déformées particulières, ou par une conception analogue à celle que Lord Kelvin et Tait ont proposée pour les liaisons dans la Mécanique classique, ou enfin par la méthode de Lagrange; elles permettent de rassembler sous un même point de vue général les diverses théories que l'on a établies jusqu'ici pour la surface déformable et d'expliquer les différences que peuvent présenter ces théories. On est conduit à la membrane élastique que Poisson et Lamé ont étudiée dans le cas de la déformation infiniment petite, quand W ne dépend pas de p_i, q_i, r_i et ne dépend, en outre, de ξ_i, η_i, ζ_i que par les coefficients de l'élément linéaire, l'effort étant alors dans le plan tangent à la surface; si l'on particularise davantage W, on a la surface de M. Daniele, puis la surface fluide de Lagrange, considérée aussi par Poisson et, plus récemment, par M. Duhem; quand enfin W est *complètement caché,* on obtient la théorie de la surface flexible et inextensible des géomètres sous les divers aspects qu'on peut lui donner, parmi lesquels se trouvent ceux qui ont été adoptés par M. Lecornu et par Beltrami.

Considérons encore le cas où l'on introduit les conditions $\zeta_1 = 0$, $\zeta_2 = 0$, l'axe Mz' du trièdre $Mx'y'z'$ étant alors constamment normal à la surface (M) : *la théorie prend une forme toute particulière, en raison de l'existence des relations auxquelles M. Darboux a étendu la dénomination d'équations de Codazzi* (¹). Soit m l'angle que Mx' fait avec la courbe (ρ_2) de (M); la valeur W_1 prise par W pour $\zeta_1 = 0$, $\zeta_2 = 0$ s'exprime en fonction des dérivées des deux premiers ordres de x, y, z par rapport à ρ_1, ρ_2, de m et de ses dérivées premières, par l'intermédiaire de *neuf* arguments, parmi lesquels figurent les six expressions de Gauss E, F, G, D, D′, D″, qui dominent la théorie des surfaces (²). Si l'on ne veut envisager que W_1, on est conduit à ce résultat important que *le nouveau système d'équations que l'on obtient a son origine dans le calcul des variations*. Le cas où les six arguments E, F, G, D, D′, D″ figurent seuls est particulièrement digne de remarque; dans cette hypothèse, si l'on porte l'attention uniquement sur la surface déformée, on peut, en particularisant la forme de W_1 et les données, retrouver la surface élastique considérée par Sophie Germain, Lagrange et Poisson. Sous la même hypothèse générale, et en passant à la déformation infiniment petite, on retrouve la surface de Lord Kelvin et Tait.

La dynamique de la ligne déformable se rattache à l'exposition précédente, où il suffit de regarder l'un des paramètres, ρ_2 par exemple, comme le temps t; on a alors une action simultanée de déformation et de mouvement. Sous l'influence du trièdre, la vitesse d'un point de la ligne déformable entre dans W par les trois arguments ξ_2, η_2, ζ_2, et l'on se trouve en présence de la notion d'*anisotropie cinétique* déjà envisagée par Rankine, et qui s'est introduite depuis dans plusieurs théories de la Physique. Même si W est indépendant des rotations et conduit à des moments extérieurs nuls, l'argument de pure déformation $\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2$ et l'argument purement cinétique $\xi_2^2 + \eta_2^2 + \zeta_2^2$ sont généralement accompagnés de l'argument mixte

$$\xi_1\xi_2 + \eta_1\eta_2 + \zeta_1\zeta_2;$$

un tel genre d'argument n'est pas non plus nouveau dans la Mécanique et apparaît notamment dans la théorie de la force à distance de Weber. Quand W ne contient pas l'argument mixte $\xi_1\xi_2 + \eta_1\eta_2 + \zeta_1\zeta_2$, il faut, en

(¹) G. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, Livre V, Chapitres I et II.

(²) G. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, Livre VII, Chapitre III.

général, considérer l'état de déformation et de mouvement infiniment voisin de l'état naturel, pour se trouver dans le cas de la Mécanique classique, où *l'action de déformation se sépare complètement de l'action cinétique*. On obtient alors le principe de d'Alembert en supposant la force et le moment extérieurs nuls, c'est-à-dire en exprimant que la ligne déformable n'est soumise à aucune action du monde extérieur et en introduisant par suite la notion fondamentale de *système isolé*, dont M. Duhem a fait voir la nécessité pour la construction rationnelle de la Mécanique. La relation qui se trouve ainsi établie entre la *force cinétique* et la *force statique* montre que la théorie que nous exposons n'est pas seulement nominaliste, et comment, par la considération d'une action de plus en plus complexe, on peut arriver à écarter l'objection que M. E. Picard a dirigée contre la définition constructive des différentes espèces de forces.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la transformation des dissolutions de phosphore blanc en phosphore rouge.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

Ayant été conduit à comparer l'effet des dissolvants sur les variétés allotropiques du phosphore, j'ai en même temps observé les conditions de transformation en phosphore rouge des dissolutions de phosphore ordinaire. On sait qu'à l'état libre le phosphore blanc se change intégralement en phosphore rouge au-dessous de 280°, parce que la tension de transformation est à peu près nulle, d'après les recherches de M. Lemoine et celles de MM. Troost et Hautefeuille. Le phénomène est alors réglé par la vitesse de la transformation qui dépend de la température et, comme M. Lemoine l'a montré, de la quantité de phosphore dont on part, c'est-à-dire de la pression de la vapeur. De sorte que, finalement, la limite et l'allure du phénomène sont fonction de tensions gazeuses. Or, dans le cas des dissolutions, il ne peut plus être question de tensions gazeuses; je le montrerai d'ailleurs directement; c'est la pression osmotique ou, si l'on préfère, la concentration moléculaire qui intervient. Grâce à cette notion, le parallélisme de la transformation est complet entre phosphore libre et corps dissous. En voici les preuves.

D'abord, toutes choses égales, la transformation est plus rapide quand la température est plus élevée. En effet, l'essence de térébenthine saturée à 15° et renfermant 23g de phosphore par litre, d'après mes déterminations, m'a fourni un abondant dépôt de phosphore rouge après 8 à 10 heures de chauf-

fage à 285°-290°, tandis qu'elle est restée limpide au bout de 52 heures à 230°-235°. Voilà un premier point commun avec la transformation du phosphore libre.

Je vais maintenant établir que la tension du phosphore vaporisé, même jointe à la très grande pression déterminée par le surchauffage du solvant, n'active pas la transformation du phosphore, dissous ou non. Afin d'éviter des objections relatives à des inégalités de température j'ai employé le dispositif suivant, qui m'a été suggéré par M. Lemoine :

Au sein d'une dissolution de phosphore à 23g par litre, j'ai placé deux tubes où j'avais fait le vide après avoir mis du phosphore dans l'un, et du térébenthène avec un excès de phosphore dans l'autre. Après avoir chauffé 4 heures entre 225°-230°, j'ai constaté que le phosphore isolé, seul, avait rougi sur toute sa surface, sous la pression p de sa vapeur; tandis qu'il était resté parfaitement blanc au contact de la térébenthine, malgré la grande pression ϖ de celle-ci qui s'ajoutait à la pression p du phosphore en excès. En prolongeant pendant quelques heures l'action de la température à 230°, le phosphore non dissous commence à rougir sur les points qui sont en contact avec le tube, et finalement dans toute sa masse, *tandis que les solutions térébenthiniques ne s'altèrent pas.* C'est dire que les dissolutions restent insensibles non seulement à la tension p du phosphore vaporisé, mais encore à la pression $p+\varpi$ exercée sur la dissolution.

Effet de la concentration. — J'ai mis au sein d'une dissolution térébenthinique à 25g par litre un tube scellé contenant une dissolution à 90g par litre de phosphore dans le sulfure de carbone, et un autre tube scellé renfermant une solution térébenthinique à 20g par litre. Aucun tube n'a présenté trace d'altération après 15 heures de chauffage à 230°. J'ai élevé la température à 260°. Au bout de 4 heures je n'ai constaté aucun résultat; mais au bout de 15 heures, à 260°-265°, la solution sulfocarbonique a donné un dépôt jaune orangé, indice de transformation, tandis qu'après 40 heures les solutions térébenthiniques étaient restées transparentes. Ce ne fut qu'au bout de 55 heures à cette température qu'un dépôt jaune apparut dans la solution à 20g par litre, et un dépôt rouge plus abondant dans la solution à 25g.

Dans les mêmes conditions, des dissolutions térébenthiniques à 10g et à 12g par litre sont restées limpides; elles n'ont donné un dépôt de phosphore rouge qu'en élevant la température et en la maintenant pendant 10 heures vers 285°. Or, on vient de voir que 10 heures à 285° agissent comme une température de 260° prolongée pendant 55 heures. De sorte que le temps nécessaire pour atteindre le commencement de la transformation est à peu près inversement proportionnel à la concentration de la dissolution lorsqu'on opère à une température donnée.

Pour contrôler cette influence de la concentration, j'ai institué plusieurs séries d'expériences dont les résultats ont toujours concordé, quelle qu'ait été la nature du solvant.

Par exemple, dans un tube scellé contenant de l'eau pour contrebalancer la pression

du sulfure de carbone, j'avais placé trois tubes clos : l'un renfermait 150g de phosphore dans 100g de sulfure de carbone; l'autre 125g de phosphore dans 100g, et le troisième 10g dans 100g. Après 4 heures de chauffage à 225°-230°, le premier tube avait déposé une quantité appréciable de phosphore rouge; le second s'était recouvert d'une pellicule jaune orangé, et le troisième était encore limpide après avoir été maintenu à 230° pendant 15 heures. Dans ces solutions sulfocarboniques, la transformation apparaît donc encore d'autant plus vite que les solutions sont plus concentrées. J'ajoute qu'une fois commencée, la transformation marche plus rapidement dans les solutions fortes que dans les solutions étendues, sans qu'un germe de phosphore rouge ait d'action sensible.

En résumé, il suffit de substituer la notion de concentration à celle de tension de vapeur pour que la transformation des dissolutions soit rigoureusement semblable à celle des vapeurs. Il me reste à prouver qu'elle n'est pas identique. En effet, en chauffant à 220°-225° un ballon de 151^{cm^3} renfermant 3g,3 de phosphore blanc, le phosphore rouge n'apparaît sur les parois qu'au bout de 17 heures environ; cependant, le phosphore est loin d'être totalement volatilisé. Comme il se pourrait que la transformation se soit produite sur des gouttelettes déposées sur les parois par suite de faibles variations de température, j'ai chauffé progressivement jusqu'à 260° un ballon de 155^{cm^3} contenant 2g de phosphore, à côté d'un tube vertical identiquement chargé. L'opération a duré 2 heures (dont une entre 140°-160°), les parois du ballon étaient couvertes de phosphore rouge, et cette variété s'élevait dans le tube en quantités croissantes du bas au milieu, c'est-à-dire en raison du courant de chaleur. Aucune dissolution ayant la faible concentration de ces vapeurs n'eût été altérée. *La présence d'un solvant ralentit donc la transformation.*

Ajoutons que, dans tous les cas, le phosphore rouge déposé est amorphe, comme il arrive aux corps insolubles, tels que le sulfate de baryte, quand ils sortent de liquides renfermant les éléments propres à leur formation.

Enfin l'essence de térébenthine saturée à 25° et maintenue à 260° dépose vers 0° l'excès de phosphore sous forme de cristaux blancs de neige, dont la nature est probablement identique à la variété décrite comme amorphe par M. Christomanos (1). Ce dépôt prouve que le phosphore ne réagit pas notablement sur le solvant à 260°.

(1) *Congrès de Chimie appliquée de Rome,* t. I, p. 675.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des fontes au manganèse.* Note de M. L. GUILLET, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 23 septembre dernier, sur la constitution des fontes spéciales, je disais qu'aucune des fontes au manganèse que j'avais examinées ne renfermait de fer γ, au contraire des résultats que j'avais obtenus avec le nickel.

En effet les fontes à basse teneur de manganèse que j'avais micrographiées présentaient de la sorbite et du carbure, tandis que celles à haute teneur étaient constituées par du carbure abondant, entouré d'un eutectique que j'avais pris pour l'eutectoïde ferrite-cémentite.

Le nickel et le manganèse abaissant tous deux les points de transformation, il nous a paru que cette anomalie méritait une étude plus approfondie. Les résultats que nous présentons aujourd'hui et qui portent sur des gammes de fontes à teneur croissante en manganèse montrent nettement l'erreur que nous avons commise dans nos premières observations : les fontes à haute teneur de manganèse ne renferment pas d'eutectoïde ferrite-cémentite, mais bien l'eutectique cristaux mixtes-cémentite.

Les Tableaux suivants résument les principales observations faites :

TABLEAU I. — *Fonte initiale blanche.*

Composition.						
C total.	Graphite.	Mn.	Si.	S.	Pb.	Micrographie.
					Première série.	
2,266	Néant	0,86	0,05	Traces	0,03	Sorbite et carbure.
2,309	»	1,72	0,13	»	Traces	Id.
2,178	»	3,26	0,07	»	»	Id.
1,989	»	14,18	0,07	»	0,04	Fer γ et carbure.
2,148	»	14,65	0,13	»	0,04	Id.
					Deuxième série.	
3,160	Néant	10,58	0,09	Traces	0,02	Carbure, fer γ et eutectique fer γ-carbure.
3,209	»	14,69	0,13	»	Traces	Id.
3,273	»	40,59	0,27	»	»	Id.
					Troisième série.	
3,793	Néant	4,20	0,14	Traces	0,02	Carbure, fer γ et eutectique fer γ-carbure.
3,584	»	15,10	0,35	»	Traces	Eutectique carbure-fer γ sensiblement pur.
3,678	»	15,95	0,21	»	0,04	Id.
3,833	»	31,27	0,28	»	Traces	Eutectique avec carbure.

Composition.						
C total.	Graphite.	Mn.	Si.	S.	Pb.	Micrographie.
					Quatrième série.	
4,270	Néant	1,72	0,22	»	0,02	Sorbite et carbure.
4,440	»	5,45	0,14	»	0,03	Eutectique carbure-fer γ et carbure libre.
4,746	»	29,46	0,31	»	Traces	Id.
4,843	»	42,22	0,30	»	0,09	Id.

Tableau II. — *Fonte initiale grise.*

1,848	0,373	2,82	1,43	»	0,14	Perlite, sorbite, carbure et graphite.
2,875	1,655	6,33	2,05	»	0,34	Carbure, fer γ et graphite.
2,024	Néant	12,31	1,46	»	0,27	Carbure et fer γ.

De ces observations on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Les fontes au manganèse comme les fontes au nickel renferment du fer γ lorsque le pourcentage en manganèse ou en nickel est suffisamment important.

2° Mais, dans les fontes au manganèse, on observe un carbure qui est d'autant plus important, toutes choses égales d'ailleurs, que la teneur en manganèse est plus élevée.

3° Le manganèse déplace le point eutectique, qui se produit pour les teneurs en carbone plus basses que dans les alliages fer-carbone : en effet, la fonte renfermant 3,6 pour 100 de carbone et 15 pour 100 de manganèse est formée d'eutectique sensiblement pur, bien qu'elle ait été examinée après refroidissement lent.

4° Dans certaines fontes, on observe du fer γ et du carbure sans eutectique; ce carbure doit provenir d'une ségrégation après solidification.

5° L'addition de manganèse à une fonte grise produit du fer γ avant de faire disparaître le graphite.

Nous continuons cette étude des fontes spéciales par les fontes au vanadium, au tungstène et au molybdène.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate cuivreux ammoniacal.* Note de M. **Bouzat**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On ne connaît qu'un petit nombre de sels cuivreux d'acides oxygénés; mais les dérivés ammoniacaux de ces sels paraissent plus stables; quelques

dérivés ammoniacaux de sels inconnus ont été préparés par M. Joannis (¹) et par M. Péchard (²). Je me suis proposé de les obtenir en déplaçant l'ammoniaque des sels ammoniacaux par l'oxyde cuivreux ammoniacal en solution dans l'ammoniaque aqueuse. J'ai d'abord appliqué la méthode au sulfate, déjà préparé à l'aide d'une méthode différente par M. Péchard et retrouvé depuis par F. Fœrster et F. Blankenberg (³).

Le procédé en lui-même est très simple. On met dans de l'ammoniaque aqueuse de l'oxyde cuivreux et du sulfate d'ammoniaque qui passent en solution. En ajoutant de l'alcool à la solution, on obtient un précipité : c'est le sulfate cuivreux ammoniacal cherché.

La plus grande difficulté réside dans l'obligation d'éviter toute trace d'oxygène. Toutes les opérations : dissolution, précipitation, filtration, lavage, ont été faites dans l'hydrogène pur. L'hydrogène était préparé par voie électrolytique au moyen d'un appareil semblable à celui de MM. Vèzes et Labatut (⁴). L'alcool employé pour la précipitation avait été privé d'air par l'ébullition. Malgré les précautions prises pour purger l'appareil de toute trace d'air, la solution de sulfate cuivreux ammoniacal a toujours présenté une légère coloration verte. Mais le précipité de sulfate cuivreux ammoniacal a été obtenu sous forme d'une poudre cristalline parfaitement blanche.

La précipitation a été faite à la température d'environ 50°. Après avoir filtré le produit sur de l'amiante, on l'a lavé d'abord avec de l'alcool bouilli, puis avec de l'éther distillé sur du sodium et bouilli : l'alcool et l'éther qui ne viennent pas d'être bouillis communiquent au composé une teinte brune. On chasse l'éther en faisant le vide.

Le corps ainsi séché à la température ordinaire perd encore environ 1 pour 100 de son poids quand on le porte à la température de 60° à 80°. Il présente ensuite la composition $SO^4Cu^2.4NH^3$.

	Trouvé.		Calculé.
SO^4	32,70	32,51	32,96
Cu	43,32	42,78	43,65
NH^3	23,17	»	23,38

(¹) Joannis, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 948; t. CXXXVI, p. 615; t. CXXXVIII, p. 1498.

(²) Péchard, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 504.

(³) F. Fœrster et F. Blankenberg, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXIX, p. 4428.

(⁴) Vèzes et Labatut, *Zeitschrift für anorganische Chemie*, t. XXXII, p. 464.

Bien sec, il peut être aisément manié. Mais lorqu'il contient encore de petites quantités d'eau mère, il s'oxyde à l'air instantanément en verdissant et en s'échauffant fortement. Il est décomposé par l'eau avec formation d'un précipité d'oxyde cuivreux. Il réduit l'acide azotique avec un abondant dégagement de vapeurs rutilantes. Traité par l'acide sulfurique étendu, il fournit un précipité de cuivre et une solution de sulfate cuivrique et de sulfate d'ammoniaque.

Je me propose d'appliquer cette méthode à l'obtention d'autres sels cuivreux ammoniacaux. En étudiant autrefois l'oxyde cuivrique ammoniacal [1], j'ai établi que ce corps constitue une base forte déplaçant à peu près intégralement l'ammoniaque de ses sels. La préparation qui vient d'être décrite montre que l'oxyde cuivreux ammoniacal en solution dans l'ammoniaque aqueuse déplace de même l'ammoniaque de son sulfate.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans le groupe du camphre. Synthèse totale de la β-campholène-lactone.* Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

Pour réaliser la synthèse de cet important dérivé du camphre, j'ai suivi la même marche que dans mon précédent travail [2], lequel n'avait du reste d'autre but que d'étudier une série de réactions d'enchaînement sur une matière première facilement abordable.

La marche à suivre étant indiquée, je suis parti de l'éther αα-diméthyladipique obtenu par éthérification de l'acide synthétique. Cet éther est un liquide incolore, d'odeur faible, bouillant à 148° sous 18^{mm}.

Traité par le sodium dans le toluène, il donne rapidement un dérivé sodé qui, sous l'action du bromacétate d'éthyle, est converti en éther *diméthyl*-3.3-*cyclopentanone*-2-*carbonique*-1-*acétique*-1. Le rendement est à peu près intégral.

Le produit obtenu est un liquide huileux, incolore, bouillant à 165° sous 12^{mm}; il donne, en solution alcoolique avec le perchlorure de fer, une

(1) Bouzat, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1310 et 1502.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 930.

coloration brune intense :

$$
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown\diagup \\
C \\
CH^2\diagup \quad \diagdown CO^2C^2H^5 \\
| \\
CH^2 \text{———} CH^2 - CO^2C^2H^5
\end{array}
\rightarrow
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown\diagup \\
C \\
CH^2\diagup \quad \diagdown CO \\
| \qquad | \\
CH^2 \text{———} CNa.CO^2C^2H^5
\end{array}
$$

$$
+ BrCH^2.CO^2C^2H^5 = NaBr +
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown\diagup \\
C \\
CH^2\diagup \quad \diagdown CO \\
| \qquad | \\
CH^2 \text{———} C - CO^2C^2H^5 \\
| \\
CH^2 - CO^2C^2H^5
\end{array}
$$

Saponifié par l'acide chlorhydrique à l'ébullition, il est transformé quantitativement en acide *diméthyl*-3.3-*cyclopentanone*-2-*acétique*-1 :

$$
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown\diagup \\
C \\
CH^2\diagup \quad \diagdown CO \\
| \qquad | \\
CH^2 \text{———} CH.CH^2.CO^2H.
\end{array}
$$

Cet acide cristallise dans l'acide formique étendu en belles aiguilles fusibles à 85°. Il est identique à celui que j'ai obtenu autrefois (¹), en petite quantité, par un autre procédé. Sa *semicarbazone* fond à 210°. Son *oxime* se présente en beaux prismes fusibles à 166°, avec décomposition.

L'oxyacide correspondant $C^9H^{16}O^3$ (*diméthyl*-3.3-*cyclopentanol*-2-*acétique*-1) s'obtient par la réduction de l'acide cétonique, au moyen du sodium et de l'alcool absolu; il est en fines aiguilles, peu solubles dans l'eau, très solubles dans l'éther, fusibles à 109°-110°; il se fait en même temps une petite quantité de la lactone correspondante $C^9H^{14}O^2$ (*apocampholactone*), dont le dérivé hydrazinique $C^9H^{14}O^2(NH^2)^2$ fond à 137°-138°.

Cet oxyacide est très stable vis-à-vis de l'acide sulfurique à 25 pour 100 bouillant et ne montre pas de tendance à donner de lactone; c'est donc vraisemblablement un acide *trans*.

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXXIII, p. 896.

L'acide diméthyl-3.3-cyclopentanone-2-acétique-1 s'éthérifie aisément. Son éther méthylique bout à 120° sous 14^{mm}; son éther éthylique bout à 129° sous 13^{mm}.

Lorsqu'on traite ce dernier par l'iodure de méthylmagnésium en milieu éthéré, il se déclare une vive réaction. Le produit, acidifié par l'acide sulfurique étendu, laisse, par évaporation de l'éther, un résidu sirupeux qui est saponifié directement par la potasse alcoolique. L'éther enlève à cette solution une substance neutre qui est le glycol bitertiaire prévu. En acidulant ensuite fortement la solution alcaline et extrayant de nouveau à l'éther, on obtient un mélange de lactone et d'acide γ-cétonique non entré en réaction, et on les sépare par l'action du bicarbonate de potasse :

```
 CH³  CH³                                  CH³  CH³
   \  /                                      \  /
    C                                         C
CH²/ \CO                                 CH²/ \C/CH³
   |   |                          →         |   | \OH
CH²----CH — CH² — CO²C²H⁵               CH²----CH — CH² — CO²C²H⁵
                                                   ↓
 CH³  CH³                                  CH³  CH³
   \  /                                      \  /
    C                                         C
CH²/ \C/CH³                              CH²/ \C/CH³
   |   | \OH                                |   | \O————
→  |   |           /CH³                     |   |       \
CH²----CH — CH².C—OH                     CH²----CH — CH² — CO.
                   \CH³
```

Le glycol bitertiaire est un liquide oléagineux, d'une odeur faible, bouillant à 130° sous 15^{mm}.

La lactone bout après fractionnement à 150°-152° sous 30^{mm}. On l'a facilement identifiée avec la *β-campholène-lactone* dérivée du camphre naturel par la comparaison des dérivés hydraziniques. Tous deux fondent à 155° et le mélange fond également à cette température.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitutions des α et β-méthylspartéines et de l'isospartéine.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons proposé il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 117) une formule de constitution de la spartéine. Contre la symétrie de cette formule s'élevait un travail important de MM. Schlotz et Pawlicki

(*Arch. Pharm.*, t. CCXLII, 1904, p. 513). Ces savants avaient préparé, au moyen de la spartéine, plusieurs séries de diiodoalcoylates mixtes. Chaque série était obtenue par deux réactions métamériques distinctes, les deux iodures alcooliques étant opposés à la spartéine, successivement dans un certain ordre, puis dans l'ordre inverse. Les produits ainsi obtenus ayant toujours été trouvés différents, la non-équivalence des deux atomes d'azote de la spartéine paraissait établie.

Ayant répété les expériences de MM. Schlotz et Pawlicki avec une seule paire d'iodures alcooliques (iodures de méthyle et d'éthyle), nous avions trouvé des résultats entièrement différents (*Comptes rendus*, t. CLXI, 1905, p. 239), M. Schlotz dans un Mémoire récent (*Arch. Pharm.*, t. CCXLIV, p. 172) a repris cette étude; de ses nouvelles recherches, il conclut, comme nous, à la non-existence des séries de dialcoylates mixtes isomériques dont il s'agit. Cette objection contre la symétrie de la formule de la spartéine disparaît du même coup.

Les résultats que nous avons publiés récemment s'interprètent aisément avec cette formule. La décomposition de l'hydrate d'α-méthylspartéïnium peut donner théoriquement deux méthylspartéines distinctes par rupture de deux chaînes pipéridiques différentes :

CH ; CH^2 ; $CH — C^8H^{14}N$; CH^2 ; CH^2 ; CH^2 ; CH^2 ; N ; CH^3 OH

Hydrate d'α-méthylspartéïnium.

(1) CH ; CH^2 ; $CH — C^8H^{14}N$; CH = CH^2 ; CH^2 ; CH^2 ; $N — CH^3$

(2) CH ; CH^2 ; $CH — C^8H^{14}N$; CH^2 ; CH^2 ; CH^2 ; CH^2 ; $N — CH^3$

Méthylspartéines isomériques.

Cette déduction est confirmée par l'expérience; mais il ne semble pas actuellement possible d'aller plus loin et d'indiquer pour chaque isomère la constitution qui lui convient.

L'isomérisation des sels de l'α-méthylspartéine en dérivés de l'isospartéine s'interprète facilement avec l'une ou l'autre de ces formules. Attri-

buons, par exemple, le schéma (1) à l'α-méthylspartéine. Dans l'action de l'eau à 125° sur le diiodhydrate de cette base, il y a vraisemblablement dissociation du sel, fixation partielle d'acide iodhydrique sur la double liaison, l'atome d'iode allant au carbone tertiaire; il se forme ainsi l'iodhydrate d'une base iodée, que l'action de la potasse convertit en iodométhylate d'isospartéine. C'est vraisemblablement à une action du même ordre qu'il faut attribuer la formation de ce sel dans la simple décomposition par les alcalis du diiodhydrate d'α-méthylspartéine.

Dans l'isomérisation du sulfate d'α-méthylspartéine

$$C^{15}H^{25}N^2(CH^3)SO^4H^2$$

il y aurait, de même, fixation de l'acide sulfurique sur la double liaison, avec formation d'un éther sulfurique, portant le reste SO^4H sur l'atome de carbone tertiaire. Cet éther instable se convertirait en sulfométhylate d'isospartéine :

```
         CH                            CH                              CH
        /|\                           /|\                             /|\
 CH²/   |   \CH — C⁸H¹⁴N      CH²/    |   \CH — C⁸H¹⁴N       CH²/     |   \CH — C⁸H¹⁴N
   |    CH   |                  |  CH³—CH  |                   |  CH³—CH   |          \
   |    ||   |           →      |     |    |            →      |      |    |           H
   |   CH²   |                  |   SO⁴H   |                   |      |    |          /
 CH²\        /CH²           CH²\          /CH²             CH²\       |   /CH²       /
     \      /                   \        /                     \      |  /          /
   CH³ — N                    CH³ — N                         CH³ — N — SO⁴ ———————
```

L'action de l'iodure de baryum sur ce dernier sel fournit normalement l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI$.

Dans ces deux isomérisations, on passe d'un système non saturé à un système saturé. La chaîne pipéridique rompue par la décomposition de l'hydrate d'α-méthylspartéïnium se referme, mais en se transformant en une nouvelle chaîne fermée, de nature pyrrolidique. C'est le passage classique de la N-méthylpipéridine à la diméthylpyrrolidine.

L'isospartéine apparaît donc, comme dérivant de la spartéine, par la transformation d'une chaîne pipéridique en chaîne pyrrolidique :

```
          CH                                  CH
         /|\                                 /|\
  CH²/    |   \CH — C⁸H¹⁴N           CH²/    |   \CH — C⁸H¹⁴N
    |    CH²   |                       |  CH³—CH   |
    |     |    |                       |     |     |
    |    CH²   |                       |     |     |
  CH²\    |   /CH²                   CH²\    |    /CH²
      \   |  /                           \   |   /
          N                                  N
```

Spartéine. Isospartéine.

Cette isomérisation constitue une preuve directe de la présence, dans la spartéine, d'au moins un noyau pipéridique. Le fait que la β-méthylspartéine n'est point susceptible d'être isomérisée doit vraisemblablement s'interpréter, en admettant que cette base ne dérive pas de la rupture d'un noyau pipéridique, mais d'un noyau différent de nature encore indéterminée.

Quoi qu'il en soit, la formule proposée pour l'isospartéine s'accorde avec la réfraction moléculaire trouvée. Elle représente cette base comme bitertiaire, saturée et non méthylée à l'azote, toutes propriétés qui lui appartiennent ainsi qu'à la spartéine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide dihydrocamphorique racémique.* Note de MM. **L. Bouveault** et **R. Locquin**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a décrit, en 1899, une méthode de préparation des homologues α substitués de l'acide adipique (L. Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 1019, et t. XXIII, p. 1060). Cette méthode consiste à transformer l'adipate d'éthyle en cyclopentanone-carbonate d'éthyle par l'action du sodium ou de l'éthylate de sodium. Le composé cyclique est un éther β-cétonique possédant un atome d'hydrogène substituable par des radicaux alcooliques. Les éthers alcoylcyclopentanonecarboniques, traités par la potasse alcoolique en excès, ouvrent leur chaîne et fournissent le sel de potassium d'un acide adipique alcoyl-α substitué

$$\begin{array}{c} \quad CO \\ CH^2\diagup \quad \diagdown C\langle^{R}_{CO^2C^2H^5} \\ CH^2 \text{———} CH^2 \end{array} + 2KOH = C^2H^6O + \begin{array}{c} \quad CO^2K \\ CH^2\diagup \quad CH\langle^{R}_{CO^2K.} \\ CH^2 \text{———} CH^2 \end{array}$$

Nous avons modifié heureusement cette méthode de synthèse en employant l'amidure de sodium pour la cyclisation de l'adipate d'éthyle; MM. Haller (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1139) et Claisen (*D. ch. G.*, t. XXXVIII, p. 693 et 709) ont déjà employé ce réactif en des conditions analogues.

La transformation de l'éther alcoylcyclopentanonecarbonique en acide α-alcoyladipique au moyen de la potasse alcoolique se complique d'une réaction secondaire donnant naissance à une α-alcoylcyclopentanone et à du

carbonate de potassium :

$$\begin{array}{ccc} & CO & \\ CH^2 & & C\begin{cases} R \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array} + 2\,KOH = \begin{array}{ccc} & CO & \\ CH^2 & & CH - R \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array} + CO^3K^2 + C^2H^6O.$$

Nous avons réussi à empêcher cette réaction gênante en traitant l'éther cyclique, à 140°-150° en vase clos, par de l'alcool absolu en excès tenant en dissolution une faible quantité d'alcoolate de sodium. On obtient alors, non pas le sel alcalin, mais l'éther diéthylique de l'acide attendu :

$$\begin{array}{ccc} & CO & \\ CH^2 & & C\begin{cases} R \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array} + C^2H^6O = \begin{array}{ccc} & COOC^2H^5 & \\ CH^2 & & CH\begin{cases} R \\ CO^2C^2H^5. \end{cases} \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array}$$

Or les éthers α-alcoyladipiques sont cyclisés aussi très facilement par l'amidure de sodium et donnent aussi naissance à des éthers β-cétoniques possédant 1[at] d'hydrogène substituable

$$\begin{array}{ccc} & COOC^2H^5 & \\ R - CH & & CH^2 - COOC^2H^5 \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array} + AzH^2Na = C^2H^6O + \begin{array}{ccc} & C - ONa & \\ R - CH & & CH - COOC^2H^5 \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array} + AzH^3.$$

Les nouveaux éthers cyclopentanone-carboniques, deux fois substitués en α et en α', traités à leur tour par l'alcool et l'éthylate de sodium à 140°-150°, ouvrent leur chaîne et fournissent des éthers adipiques substitués en α et en α' :

$$\begin{array}{ccc} & CO & \\ R - CH & & C\begin{cases} R' \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \\ CH^2 & — & CH^2 \end{array} + C^2H^6O = \begin{array}{cc} & COOC^2H^5 \\ R - CH & CH\begin{cases} R' \\ COOC^2H^5. \end{cases} \\ | & | \\ CH^2 - & CH^2 \end{array}$$

Nous avons appliqué cette méthode générale à la préparation synthétique de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique.

La modification active de cet acide a été obtenue par MM. Crossley et Perkin junior (*Journ. chem. Soc.* t. LXXIII, p. 23; *Bull. Soc. chim.* t. XX, p. 297) dans la fusion de l'acide camphorique avec la potasse caustique (acide dihydrocamphorique). et dans l'oxydation manganique de la benzylidène-menthone (MARTINE, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 420 et 1243; G. BLANC, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 905). Le second

mode d'obtention a eu l'avantage de fixer la constitution de l'acide dihydrocamphorique.

L'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique possédant 2[at] de carbone asymétriques peut exister sous deux formes racémiques stéréoisomères; nous avons cherché à les obtenir l'une et l'autre en préparant l'acide synthétique par deux voies différentes.

Dans une première série d'expériences, nous avons préparé l'acide α-méthyladipique, nous avons cyclisé son éther, isopropylé l'éther cyclisé, puis ouvert ce dernier et obtenu l'éther, puis l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique.

Dans une seconde série d'expériences, nous avons préparé l'acide α-isopropyladipique, nous avons cyclisé son éther, méthylé l'éther cyclisé, puis ouvert ce dernier et obtenu l'éther, puis l'acide α-isopropyl-α'-méthyladipique.

Nous sommes arrivés, dans les deux cas, au même résultat final, c'est-à-dire à un acide cristallisé fondant à 110°-111°, mélangé à un acide liquide de même composition, constituant sans doute un mélange eutectique des deux stéréoisomères.

M. Blanc, qui, en même temps que nous et par des voies tout à fait différentes (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 910), est arrivé à la synthèse du même acide, a entièrement confirmé nos recherches.

Au courant de ce travail, nous avons eu l'occasion d'obtenir synthétiquement l'α-méthyl-α'-isopropylcyclopentanone; nous avons trouvé cette cétone identique au produit fourni par l'hydrogénation et l'oxydation successive de la phorone de l'acide camphorique. Nous avons employé dans cette recherche la phorone synthétique préparée par l'un de nous (L. Bouveault, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 415).

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'innervation des muscles sterno-mastoïdien, cléido-mastoïdien et trapèze.* Note de MM. **F.-X. Lesbre** et **F. Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

On admet généralement que ces muscles reçoivent deux innervations motrices : l'une de la branche externe du spinal, l'autre des nerfs rachidiens. Pour Cl. Bernard, la première serait une innervation volontaire, suspensive des mouvements respiratoires et intervenant seulement dans la phonation et l'effort; la seconde exercerait son influence dans les conditions ordinaires de l'automatisme respiratoire.

Cependant M. Chauveau, en expérimentant sur le sterno-maxillaire ou sterno-mastoïdien des Solipèdes, a constaté que, des deux branches nerveuses reçues par ce muscle, seule est motrice celle qui émane de la branche externe du spinal; l'autre, fournie par la deuxième paire cervicale, est purement sensitive. Il y a donc là infraction à la théorie précitée de la dualité d'innervation motrice.

Ce point nous a suggéré l'idée de vérifier cette théorie pour tous les muscles du domaine de la branche externe du spinal. A cet effet, nous avons eu recours à des expériences de section et d'excitation des différents nerfs reçus par ces muscles, ainsi qu'à l'étude des dégénérescences musculaires consécutives à la résection soit de la branche externe du spinal, soit des rameaux cervicaux de même destination. Et nous avons constaté que les muscles sterno-mastoïdien, cléido-mastoïdien et trapèze ou leurs équivalents, chez les Mammifères à clavicule absente ou rudimentaire, se contractent par l'excitation de la branche externe du spinal, sont paralysés et dégénèrent à la longue après la section de ce nerf, tandis que ces muscles ne se contractent pas quand on excite le bout périphérique de leurs nerfs rachidiens, ne sont point paralysés et ne dégénèrent pas après la section de ces mêmes nerfs.

Ces constatations ont été faites chez le chien, le cheval et le bœuf.

Par conséquent, il n'y a pas dualité d'innervation motrice pour ces muscles, non plus que pour ceux du larynx : la branche externe du spinal est leur nerf moteur, les rameaux rachidiens, leurs nerfs sensitifs. Le nombre et le volume de ceux-ci n'ont pas lieu de surprendre quand on connaît l'importance de l'innervation sensitive des muscles, démontrée par M. Chauveau.

On remarquera que la branche externe du spinal procède du même segment médullaire que les paires rachidiennes donnant naissance aux muscles sterno-mastoïdien, cléido-mastoïdien et trapèze. Tandis que les fibres nerveuses sensitives de ces muscles se métamérisent dans des paires successives, leurs fibres nerveuses motrices se rassemblent sur le flanc du névraxe en un seul et même nerf qui vient sortir derrière le pneumogastrique. C'est peut-être là qu'il faudrait chercher l'explication du mode d'origine si particulier et si exceptionnel, qui a valu son nom au nerf de la onzième paire.

PHYSIOLOGIE. — *Action de la noix de kola fraîche sur le travail.* Note de MM. J. Chevalier et Alquier, présentée par M. Armand Gautier.

Si, comme l'a énoncé Mosso, on peut attribuer à la caféine qu'elle contient la presque totalité de l'action pharmacodynamique de la noix de kola sèche, l'état de combinaison sous lequel se trouve cette caféine dans la noix fraîche (glucotannoïde caféique de Vigne et Chevrottier ou kolatine-caféine de Goris) permet d'interpréter rationnellement les différences marquées d'activité qui existent entre la caféine et la noix de kola fraîche à la suite de leur ingestion. Ces différences d'action sont très nettes, surtout en ce qui concerne les modifications circulatoires et respiratoires : l'absence de contracture myocardique sous l'influence des fortes doses, la brusquerie moins accentuée et la prolongation de l'action tonimusculaire en constituent les principales caractéristiques. De plus, l'association dans la noix de kola fraîche de la caféine combinée, et de l'amidon et du glucose qui s'y rencontrent en assez forte proportion, permet à cette base xanthique d'exercer dans les meilleures conditions son action d'épargne vis-à-vis des albuminoïdes de l'économie, phénomène déjà mis en évidence par Ribaut dans sa thèse, et assure au muscle un rendement énergétique d'autant plus intéressant à considérer qu'avec la noix de kola fraîche, contrairement à ce qui se passe avec la caféine, la période primitive de dépression nerveuse ne se fait pas sentir.

Des observations empiriques avaient permis de constater que, chez le cheval à l'entraînement, on pouvait sous l'influence de la noix de kola fraîche augmenter sensiblement le rendement de l'animal et obtenir à la fois une accélération de la vitesse et une augmentation de la résistance à la fatigue et à l'essoufflement. Nous avons repris ces essais et pu constater que sous l'influence de 100^g à 200^g de farine de noix de kola fraîche (préparée par le procédé de Vigne et Chevrottier) soit seule, soit additionnée d'une certaine quantité de sucre, on obtenait une accélération de la vitesse et par conséquent une augmentation du travail fourni dans l'unité de temps sans voir se produire une augmentation proportionnelle des mouvements respiratoires et des battements cardiaques.

Chez un cheval nivernais, demi-sang, bon trotteur, attelé, à l'état normal on note au repos par minute 37 pulsations, 10 respirations et une température de $37°,8$. Après une course de 4^{km} en 13 minutes (soit 333^m à la minute, 20^{km} à l'heure) on note

à l'arrivée 87 pulsations, 52 respirations et une température de 39°,2; 5 minutes après, 70 pulsations et 40 respirations.

Deux jours après, le même parcours fut effectué après addition de 150^{g} de farine de kola à sa ration alimentaire. Les 4^{km} furent couverts en 11 minutes (soit 360^{m} à la minute, $21^{km},500$ à l'heure). On note à l'arrivée 80 pulsations, 46 respirations et une température de 39°,4; 5 minutes après, 60 pulsations, 35 respirations. Voulant nous rendre compte nettement de l'augmentation du travail et des conditions dans lesquelles elle s'obtient sous l'influence de cet aliment nous avons opéré sur des chevaux de trait léger, notablement déprimés, qui exécutaient régulièrement, tous les jours, un travail auxquels ils étaient habitués de longue date. Ils traînaient une certaine charge, au trot, sans que le conducteur intervînt pour exciter leur allure, toujours sur la même piste, et pendant exactement $16^{km},500$, avec un arrêt de 3 heures environ à la moitié du parcours.

Ils reçurent durant les essais un mélange alimentaire homogène dont ils consommaient ce qu'ils voulaient et auquel on ajouta à certaines périodes par 24 heures tantôt 100^{g}, tantôt 200^{g} de farine de noix de kola fraîche (2,57 pour 100 de caféine, 48,20 pour 100 d'amidon et de glucose). Ces doses distribuées par moitié au cours de chacun des repas précédant les deux séances quotidiennes de travail ont toujours été intégralement absorbées.

Nos observations ont spécialement porté sur le poids des animaux régulièrement pesés le matin à jeun, puis sur les rations consommées et l'eau de la boisson. La valeur en kilogrammètres du travail, valeur variable malgré la fixité du parcours, était donnée par un dynamomètre enregistreur. Nous avons également noté les pertes de poids vif (non compris les excréta solides et liquides), les élévations de température rectale constatées à la fin du travail et enfin la durée exacte de ce travail.

Le Tableau suivant réunit, pour la comparaison des régimes avec ou sans kola, soit les résultats moyens fournis directement par l'expérience, soit les déductions intéressantes tirées par le calcul des chiffres moyens enregistrés au cours des essais :

	Cheval n° 1.			Cheval n° 2.			
	11 jours. Sans kola.	5 jours. 100^{g} kola.	16 jours. 200^{g} kola.	19 jours. Sans kola.	5 jours. 100^{g} kola.	10 jours. 200^{g} kola.	4 jours. Sans kola.
Poids de la ration consommée (kola comprise)........................	$8^{kg},970$	$9^{kg},185$	$8^{kg},380$	$7^{kg},915$	$7^{kg},590$	$7^{kg},980$	$7^{kg},200$
Poids de l'eau de boisson..........	$16^{kg},350$	$15^{kg},640$	$19^{kg},090$	$16^{kg},760$	$14^{kg},870$	$20^{kg},430$	$18^{kg},720$
Travail journalier produit (en kilogrammètres).....................	249324	270242	277403	264023	270996	278063	269959
Poids vif moyen de la période à jeun le matin.........................	430^{kg}	422^{kg}	421^{kg}	456^{kg}	450^{kg}	449^{kg}	447^{kg}
Différence de poids le matin entre le début et la fin de la période (2 premiers et 2 derniers jours)..	$-5^{kg},80$	$-4^{kg},95$	$-4^{kg},55$	$+2^{kg},35$	$-1^{kg},75$	$-2^{kg},45$	$-0^{kg},20$
Kilogrammètres pour une consommation de 1^{kg} du mélange alimentaire............................	27798	29419	33099	33353	35685	34854	37509
Rapportés à une production de 250000 *kilogrammètres.*							
Durée du travail..................	$2^{h}6^{m}$	$1^{h}57^{m}$	$1^{h}57^{m}$	$2^{h}9^{m}$	$2^{h}1^{m}$	$1^{h}55^{m}$	$2^{h}4^{m}$
Perte de poids vif pendant le travail............................	$5^{kg},100$	$7^{kg},600$	$6^{kg},000$	$6^{kg},000$	$5^{kg},500$	$7^{kg},100$	$7^{kg},000$
Élévation de température rectale occasionnée par le travail........	1°,2	1°,6	1°,5	1°,1	1°,5	1°,5	1°,2

Conclusions. — Sous la seule influence de la noix de kola fraîche le travail produit dans l'unité de temps par le cheval, fatigué ou non, augmente, mais ce surcroît de travail se produit aux dépens des réserves de l'organisme [1] (abaissement du poids vif et perte de poids plus élevée pendant le travail lors du régime à la kola). Cet aliment n'a aucune influence sur la diminution classique d'appétit des organismes fatigués chez lesquels l'apport alimentaire pris volontairement couvre rarement les dépenses nécessitées par le travail produit; par contre, il augmente la tonicité intestinale. Les moteurs animés soumis au régime de la kola travaillent en outre d'une façon moins économique. Chez eux, l'accomplissement d'nn travail déterminé s'accompagne d'une plus forte production de chaleur et d'une augmentation de l'évaporation d'eau cutanée et pulmonaire (accroissement de la quantité d'eau de boisson); par conséquent, l'énergie disponible de la ration alimentaire se transforme en travail mécanique utile dans une plus faible proportion, et, pour obtenir des résultats réellement utiles, la noix de kola fraîche ne doit être employée que sur les sujets ingérant une ration appropriée et proportionnée au travail qu'ils effectuent et seulement pendant les périodes courtes de travail forcé.

HISTOLOGIE. — *Sur la biréfringence apparente des cils vibratiles.* Note de M. **Fred Vlès**, présentée par M. Wallerant.

Les auteurs qui se sont occupés de la biréfringence des corps organisés (fibres musculaires, cils, etc.), ont considéré comme biréfringent tout ce qui s'éclaire entre nicols croisés; cette opinion est peu admissible au point de vue physique, par le fait qu'elle ne tient pas compte de divers phénomènes (polarisation et dépolarisation par réflexion ou réfraction, éclairement latéral par diffusion) qui peuvent dans certains cas simuler de la biréfringence.

Nous avons essayé de mettre en évidence ces phénomènes dans les corps organisés et nous avons fait un certain nombre d'observations paraissant montrer que l'éclairement des cils vibratiles entre nicols croisés est un simple phénomène de dépolarisation. Nos expériences ont porté sur des cils de branchie de moule.

---

(1) C'est ce qu'avait dit M. A. Gautier pour expliquer les effets des excitants nerveux.

1° *La teinte de polarisation du cil ne paraît pas varier avec son épaisseur.* — Si, dans des préparations de cils ralentis ou immobilisés, on cherche des cils dont l'axe soit rectiligne sur une grande longueur, on peut constater que la teinte, obtenue par interposition d'un quartz parallèle, ne varie pas sur toute la longueur de la portion rectiligne, quoique le diamètre transversal de celle-ci varie souvent du simple au double.

2° *L'éclairement du cil est fonction de l'indice de réfraction du milieu extérieur.* — Si l'on monte les cils dans une série de liquides d'indice croissant, on constate que l'éclairement de ces organes diminue, puis s'annule sensiblement dans un liquide d'indice voisin de 1,51, puis réapparaît légèrement dans un liquide d'indice supérieur.

Ce phénomène et le précédent sont, comme on le sait, incompatibles avec l'existence de la biréfringence. Ils ne se présentent pas dans le cas des fibres musculaires, qui sont réellement biréfringentes.

3° *Sous l'action de divers réactifs physiques ou chimiques, la biréfringence des fibres musculaires et l'éclairement des cils ont des variations très dissemblables.* — Je citerai à titre d'exemples l'action de la dessiccation et celle de la chaleur. La dessiccation prolongée, même dans le vide, ne modifie pas l'éclairement de la fibre musculaire, tandis qu'une dessiccation de quelques minutes à l'air libre suffit pour détruire l'éclairement des cils. La variation de la biréfringence musculaire avec la température présente une allure très caractéristique, fonction de la température seule (¹); la variation de l'éclairement des cils paraît dépendre, sans aucune régularité, de la vitesse de variation de la température, en tant que celle-ci accélère la dessiccation. Il y a par conséquent des différences essentielles dans la nature des éclairements de ces deux corps.

Si donc on peut parler à juste titre de biréfringence musculaire, il faut être très réservé au sujet de la biréfringence des cils, dont tout semble contredire l'existence et qui pourrait bien n'être qu'une *dépolarisation partielle par réfraction ou réflexion.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la choline sur la pression artérielle.* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Chevalier**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que la choline est une base très répandue dans l'économie animale où elle se rencontre à l'état libre ou sous forme de combinaisons complexes. Doit-on seulement considérer cette base comme un déchet dont la destruction importe à l'économie ou peut-on l'envisager comme utile, par elle-même ou par ses dérivés, au fonctionnement normal de l'organisme?

(¹) F. Vlès, *Sur la biréfringence musculaire* (*Archives de Zoologie expérimentale*) (en cours de publication).

L'un de nous a déjà présenté à l'Académie ([1]) une première Note établissant l'influence favorable exercée par la choline sur les sécrétions salivaire, pancréatique et rénale. A la suite d'observations faites par M. J. Chevalier sur l'abondance relative de la choline dans les capsules surrénales, nous avons cru devoir rechercher également l'influence exercée par cette base sur la pression artérielle.

Nos expériences ont été effectuées sur un grand nombre de chiens auxquels nous avons injecté, par voie intraveineuse, des quantités de choline, base libre ou chlorhydrate, variant entre 4^{mg} à 5^{mg} par kilogramme d'animal. Ces animaux avaient été préalablement endormis par injection de chloralose à la dose de $0^{g},10$ par kilogramme. Aussi bien avec la base libre qu'avec son chlorhydrate, on observe immédiatement une chute rapide de la pression sanguine, atteignant 4^{cm} à 5^{cm} de mercure et durant de 1 minute à 1 minute et demie. Ce fléchissement de la pression artérielle s'accompagne d'une accélération des battements du cœur qui diminuent d'amplitude.

La pression sanguine remonte ensuite, progressivement, sans revenir cependant, dans les quelques heures qui suivent, jusqu'à sa valeur initiale. Ultérieurement, en effet, on constate un abaissement prolongé de la pression qui se maintient à 2^{cm}, environ au-dessous de la normale. Pendant cette période, les battements du cœur sont ralentis et leur amplitude augmente en proportion même de leur ralentissement.

Nous avons pu nous rendre compte que, si certains auteurs ont signalé une élévation de la pression sanguine sous l'influence de la choline, c'est parce qu'ils ont opéré avec une base impure ou qu'ils ont administré des doses qui déterminaient une hyperexcitabilité du système nerveux central se traduisant par des phénomènes convulsifs.

Si l'on injecte, en effet, des doses doubles des précédentes, 10^{mg} par kilogramme, il se produit, à la suite d'une chute immédiate et très courte de la pression, un relèvement de la courbe, s'accompagnant de l'accélération des battements cardiaques qui diminuent d'énergie et de l'accélération des mouvements respiratoires qui deviennent spasmodiques et accompagnent les convulsions toniques. Ce qui démontre qu'avec des doses élevées de choline les convulsions sont dues à une hyperexcitabilité du système nerveux bulbo-médullaire, c'est qu'elles cessent rapidement sous l'influence des dépresseurs de cet organe.

Antagonisme de la choline et de l'adrénaline. — Arrivés à ce point de nos recherches, nous devions nous demander quelle serait l'influence de l'adrénaline et de la choline injectées simultanément dans l'économie. Nous avons pu observer que, par injection de chlorhydrates de choline et d'adrénaline

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 52.

associées à doses convenables, $\frac{1}{4}$ de milligramme d'adrénaline et 10^{cg} de choline pour un chien de 12^{kg}, on n'obtient aucun changement marqué de la pression artérielle, mais seulement des modifications du rythme et de l'énergie cardiaques. En augmentant la dose de choline, on peut même obtenir une prédominance de son action propre, c'est-à-dire un abaissement de la tension artérielle. Cet antagonisme paraît s'étendre à l'influence de la choline sur les sécrétions et à sa toxicité. Il ne se manifeste pas sensiblement vis-à-vis de l'action excitante bulbo-médullaire exercée par des doses élevées de choline : les phénomènes convulsifs sont aussi fréquents, aussi énergiques.

Conclusions. — 1° Injectée au chien, par voie intraveineuse, à la dose de 5^{mg} par kilogramme, la choline produit un abaissement de la pression artérielle qui peut atteindre 5^{cm} de mercure. A cette modification, de courte durée, succède un abaissement plus faible, 2^{cm} de mercure environ, qui se maintient pendant quelques heures.

2° La choline se comporte comme un antagoniste de l'adrénaline. On peut, en effet, associer ces deux substances en quantités telles que leur effet propre se trouve neutralisé vis-à-vis de la pression artérielle.

La choline constitue, à notre connaissance, le premier exemple d'une substance physiologique, de constitution chimique définie, produisant un abaissement marqué de la pression artérielle.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Oursins hexamères.* Note de M. ÉDOUARD DE RIBAUCOURT, présentée par M. Alfred Giard.

Dans son intéressante Communication à l'Académie des Sciences du 23 septembre 1907 (*La parthénogenèse sans oxygène*), M. Yves Delage dit à la page 546 :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un des individus montés : c'est une pièce unique. Il présente une particularité extrêmement curieuse, un fait de variation sans précédent. Il a, en effet, une symétrie hexamère : six dents à la lanterne, six tentacules terminaux, six paires d'ambulacres. Tout cela se voit fort bien sur la préparation. Or, tandis que les variations du nombre des antimères sont fréquentes chez les Astéries elles sont, pour autant que je sache, sans exemple chez les Oursins. Je n'en connais aucun cas publié; aucune des personnes que j'ai consultées n'en a vu; parmi les milliers d'Oursins que j'ai ouverts pour prendre les œufs, pas une fois je n'en ai rencontré. Les autres individus parthénogénétiques que j'ai obtenus ne paraissent pas présenter cette particularité, en sorte qu'on ne peut dire qu'elle soit une conséquence forcée de

l'origine chimique. Il n'en reste pas moins que *cette origine chimique* paraît responsable d'un cas de variation sans précédent. »

Or nous avons aussi constaté un cas d'Oursin à symétrie hexamère. Chaque année les six cents étudiants du P. C. N. dissèquent à l'Annexe de la Faculté des Sciences de nombreux animaux, de sorte qu'il nous est facile de constater les variétés de forme ou les cas anormaux d'anatomie. Parmi eux nous avons remarqué de nombreux cas d'anomalies concernant les valvules mitrale et tricuspide du cœur de Mouton, les organes génitaux de Grenouille, les orifices génitaux des Écrevisses, etc., etc.

Or nous avons trouvé il y a six ans et conservé un Oursin adulte (*Toxopneustes lividus*) à symétrie nettement hexamère : six dents à la lanterne, six paires d'ambulacres buccaux, six zones ambulacraires, six plaques génitales, six plaques radiales, etc. Je n'ai pas mentionné cet Oursin hexamère, parce que j'ai pensé que cette anomalie était de peu d'importance parmi les cas nombreux de variabilité de forme ou d'anatomie constatés depuis douze ans dans mon service.

Je ne suis pas, du reste, le seul qui ait trouvé pareille monstruosité; M. Dauphin m'a montré, en décembre passé, un Oursin hexamère dans son service au P. C. N. Le fait est donc loin d'être unique. Du reste cette monstruosité avait été déjà signalée en 1885 par Haacke (W.) [1], chez un Oursin du genre *Galerites* (*G. albogalerus?*) et chez un *Amblypneustes* et ensuite par Bateson (W.) en 1894 [2].

Les cas d'hexamérie chez les Oursins sont donc relativement nombreux. Le très intéressant travail de M. Yves Delage, attribuant à une origine *exclusivement* chimique ce cas de variation, m'a décidé à faire aussi mention d'Oursins d'espèces variées, hexamères, ayant fort probablement une origine différente.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la graisse des vins.* Note de MM. **E. Kayser** et **E. Manceau**, présentée par M. Müntz.

En poursuivant les recherches qui ont fait l'objet de nos deux Notes du 19 mars et du 23 juillet 1906, nous avons reconnu l'existence de deux groupes de ferments de la graisse.

---

(1) Haacke (W.), *Zool. Anz.*, 1885, p. 505.

(2) Bateson (W.), *Materials for study of variation*, chap. XVII, p. 445 : *Case of total variation to a 6-rayed form of Echinoidea*. London, 1894.

Les germes du premier groupe y ont été décrits. Ils se présentent en chaînes presque rectilignes, se multiplient très facilement dans notre milieu artificiel sucré et peptoné, et résistent à des acidités assez élevées, variables suivant les milieux. La lévulose est attaquée plus rapidement que les autres sucres.

Les microorganismes du second groupe, tout en offrant, comme les premiers, la forme élémentaire de bacilles courts, sont assemblés en chaînes très longues et contournées. Le liquide peptoné ne leur convient pas. Ils sont beaucoup plus sensibles à l'acidité. Ils opèrent plus activement avec le glucose.

M. Laborde avait déjà signalé deux ferments de la graisse, dont l'un préférait la lévulose et l'autre le glucose (1).

Pour les germes des deux groupes, les produits de la fermentation sont ceux que nous avons fait connaître et les rapports entre les poids de ces produits varient dans le même sens avec la composition des milieux.

Nous avons encore connu que certains microorganismes aréobies jouent un rôle très important dans la maladie des vins filants, non seulement parce qu'ils déterminent ou facilitent la multiplication des germes anaérobies de la graisse, en les protégeant contre l'action de l'air, mais aussi parce qu'ils forment avec ces germes de véritables associations, dont nous avons observé le développement dans des conditions et dans des milieux où la multiplication de l'un, au moins, des germes associés, ensemencé seul, ne pourrait s'effectuer.

Les germes étrangers peuvent modifier la préférence des ferments de la graisse pour certains sucres; ainsi les ferments du premier groupe attaquent plus rapidement tantôt la lévulose et tantôt le glucose, suivant les aérobies qui les accompagnent.

Au nombre de ces microorganismes, nous avons trouvé des levures, des mycodermes et quatre aérobies déjà signalés par l'un de nous comme causes du *bleu* des vins de Champagne (2).

Ces quatre derniers germes, dont nous avons constaté l'existence dans des vins d'origines très diverses, comprennent un bacille, deux *Coccus* et une sarcine. Ils n'ont pas encore été décrits comme germes d'altération des vins, à l'exception, cependant, d'un *Coccus* très petit que nous pourrons proba-

(1) *Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1904.

(2) E. Manceau, *Sur le* Coccus anomalus *et la maladie du* bleu *des vins de Champagne* (*Comptes rendus*, 29 juillet 1907).

blement identifier avec un *Coccus* désigné par MM. Mazé et Pacottet sous le nom de *Coccus anomalus* ([1]).

Nous avons pu rendre filants des vins ensemencés avec une culture pure des ferments de la graisse, aussi bien par les ferments du premier groupe que par ceux du second groupe, mais nous n'avons pas encore observé cette fermentation pure, ni même à peu près pure, dans les nombreux vins accidentellement filants que nous avons examinés.

La graisse des vins est ordinairement une altération complexe, causée par le développement d'un certain nombre de germes, dont les uns, qui dominent dans le vin, ont pour rôle de permettre et de faciliter la multiplication des ferments spécifiques de la graisse, multiplication qui serait bien souvent impossible pour le ferment pur.

OCÉANOGRAPHIE. — *Diminution de salure de l'eau de mer filtrée à travers du sable.* Note de M. J. **Thoulet.**

Les hydrographes et océanographes du XVII^e et du XVIII^e siècle (le P. Fournier, *Hydrographie,* 1643, p. 474) admettaient qu'un vase de terre vide bouché avec de la cire, immergé dans la mer, était remonté rempli d'eau douce. Marsigli, le fondateur de l'Océanographie (*Histoire physique de la mer,* 1725, p. 33), après avoir fait passer de l'eau de mer à travers de la terre de jardin ou du sable, préalablement lavés, dans une série de 15 vases ouverts et disposés en cascade, a cru constater, par l'aréomètre et par pesées de volumes égaux, une diminution de la densité et du goût salé. J'ai entendu fréquemment des pêcheurs et des marins affirmer la réalité du phénomène.

J'ai repris l'expérience de la façon suivante :

Un tube en verre cylindrique de 33^{mm} de diamètre, haut de 1^{m}, maintenu vertical et mis en communication à sa partie inférieure avec un petit ballon, a été rempli sur une hauteur de 40^{cm} avec 525^{g} de sable quartzeux provenant des dunes d'Arcachon, préalablement passé à l'acide, lavé et calciné. On a alors achevé de remplir le tube avec de l'eau de mer.

Les 117 premiers centimètres cubes d'eau filtrée ont été recueillis, puis les 118^{cm}

(1) P. Mazé et P. Pacottet, *Sur les ferments des maladies des vins et spécialement sur le* Coccus anomalus *et la maladie du* bleu *des vins de Champagne* (*Comptes rendus,* 8 juillet 1907).

passés ensuite; les 546^{cm^3} suivants ont été rejetés et enfin les derniers 99^{cm^3} recueillis. La filtration s'est effectuée naturellement. L'eau de mer primitive et les trois prises d'essai ont eu leur densité mesurée au pycnomètre à la température de 0°; on y a ensuite dosé les halogènes par une solution titrée d'azotate d'argent et le poids pour 1000 d'acide sulfurique par précipitation avec du chlorure de baryum.

	Densité à 0°.	Halogènes pour 1000.	Acide sulfurique pour 1000.
Eau initiale	1,02842	19,57	2,186
1re prise d'essai	1,02825	19,43	2,190
2e prise d'essai	1,02836	19,51	2,179
3e prise d'essai	1,02842	19,58	2,189

La densité a donc diminué dès le début de la filtration pour revenir aussitôt à sa valeur primitive; il en a été de même des halogènes. Les variations de l'acide sulfurique ont été insensibles, car les différences constatées sont dans les limites de l'erreur expérimentale, évaluée à 0,01 pour ce genre de dosage.

La diminution de salure de l'eau de mer, très faible en soi, se borne par conséquent aux toutes premières portions filtrées et se réduit au phénomène de la fixation par attraction moléculaire des sels dissous dans un liquide au contact d'un corps solide quelconque chimiquement inerte. Ces phénomènes ont été étudiés par moi depuis longtemps déjà, à l'aide d'autres méthodes (*Comptes rendus*, 1885 et 1894).

On connaît des exemples d'équipages naufragés sur certains atolls du Pacifique, déserts, dénués de végétation et élevés à peine de quelques décimètres au-dessus des flots, qui ont trouvé de l'eau suffisamment douce pour être potable en creusant quelques trous très peu profonds à travers le sable corailler. L'expérience montre que cette eau douce ne provient pas, comme on le pensait, de l'eau de mer environnante dessalée par son passage à travers le sable, mais des pluies qui, tombant parfois sur ces îlots, ont imbibé le sable et ont été protégées par lui contre l'évaporation et contre le mélange avec l'eau de mer. Les petits puits des atolls présentent donc de grandes analogies avec les puits à marées de nos contrées.

M. **Francisco-José Duarte** adresse un Mémoire contenant le *Calcul de* π *avec* 200 *chiffres*, par la formule de Machin.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 décembre 1907.

Comptes rendus des séances de la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en octobre 1907. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Becquerel.)

Les récents progrès du Système métrique, Rapport présenté à la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en octobre 1907, par Ch.-Ed. Guillaume. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté en hommage par M. Becquerel.)

R. Osservatorio di Catania. *Catalogo astrofotografico* 1900,0 : *Zona di Catania fra le declinazioni* + 46° *e* + 55°; Vol. V, parte 1ª : *Declinazione* + 50° *a* 52°; *ascensione retta* 0^h *a* 3^h. Catane, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Les progrès de la Paléobotanique de l'ère des Gymnospermes, par M. Zeiller, Membre de l'Institut. (Extr. de *Progressus rei botanicæ,* publié par l'*Association internationale des Botanistes,* t. II, p. 171-226.) Iéna, Gustav Fischer, 1907. (Hommage de l'auteur.)

Exposition coloniale de Marseille, 1906. *Les ressources agricoles et forestières des colonies françaises,* par Henri Jumelle. Marseille, Barlatier, 1907; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

S. A. S. le Prince de Monaco présente les deux Cartes suivantes :

Carte des gisements de coquilles comestibles de la côte comprise entre l'embouchure de la Loire et le goulet de Fromentine, dressée par Joseph Guérin-Ganivet; la Carte représente l'état des gisements en août 1906. Paris, imp. Erhard frères; 1 feuille in-plano.

Carte des gisements de coquilles comestibles de la côte de la Vendée comprise entre le goulet de Fromentine et la baie de l'Aiguillon, dressee par Joseph Guérin-Ganivet; la Carte représente l'état des gisements en août 1906. Paris, imp. Erhard frères; 1 feuille in-plano.

Annales de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis Parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par J. Janssen, Membre de l'Institut; t. III, fasc. 2. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie; t. XV, fasc. 1, feuilles 1 à 6, planches I à VI. Paris, 1907; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SISMOLOGIE. — *Sur les principaux centres de tremblements de terre du sol de la France, et sur le réseau des stations sismiques qu'il conviendrait d'établir.* Note de M. G. **BIGOURDAN**.

La statistique des tremblements de terre sensibles (macrosismes) observés en France [1] montre d'abord deux régions centrales principales d'où partent ces mouvements : les Alpes et les Pyrénées; puis trois autres d'importance inégale : la Bretagne, le Jura et les Vosges, et enfin la région de Douai. En outre, au delà de notre frontière Nord-Est, la vallée du Rhin est une région sismique active dont l'action a dû souvent se faire sentir sur notre territoire.

Au point de vue de l'étude locale de nos tremblements de terre, cela indique assez clairement les points où il conviendrait d'établir des stations sismiques. D'ailleurs il est nécessaire de tenir compte des installations déjà faites (Grenoble, Paris, Pic du Midi), de celles qui sont en cours d'établissement (Besançon, Clermont-Ferrand) et enfin des ressources offertes par des établissements scientifiques déjà existants, tant au point de vue du personnel que de l'emplacement, de la détermination de l'heure, etc.

---

[1] Les tremblements de terre observés en France jusque vers 1885 ont été relevés sous une forme commode par J.-P. O'Reily dans son *Alphabetical Catalogue of Earthquakes recorded as having occurred in Europa and adjacent Countries, arranged to serve as a basis for an Earthquake Map of Europa* (*Transactions of the R. Irish Acad.*, t. XXVIII, n° 22, p. 489-708).

Pour les Pyrénées il existe déjà une station sismique au Pic du Midi; il serait utile d'en établir deux autres aux extrémités de la chaîne : pour l'extrémité Ouest, l'observatoire astronomique d'Abbadia est tout indiqué; pour l'extrémité Est, des ressources analogues seraient peut-être offertes par la station météorologique de Perpignan.

Au pied des Alpes existe déjà la station de Grenoble.

Une autre paraît indispensable à Nice ou aux environs, et une troisième serait utile à Marseille, où sont d'ailleurs réunies bien des ressources.

La station de l'Observatoire astronomique de Besançon complétera les stations de la région alpine et en même temps indiquera les mouvements qui naissent dans le Jura, dans les Vosges et dans la vallée du Rhin.

Pour la Bretagne, la situation centrale de Rennes paraît désigner cette ville pour être l'emplacement d'une station sismique indiquant les mouvements du sol qui se produisent de Cherbourg et Brest à Nantes et Angers.

Enfin une station établie à Lille renseignerait sur les mouvements de la région de Douai et sur ceux qui viendraient du bassin du Rhin, tout en se reliant aux stations belges et particulièrement à celles qui ont plus spécialement en vue l'étude des *mistpœffers* (1).

Indépendamment de l'étude locale des tremblements de terre, qui n'exige que des instruments de moyenne sensibilité, on doit se préoccuper de la sismologie générale, qui demande des appareils variés et aussi sensibles que possible. Cette dernière étude semble momentanément réservée à un petit nombre de stations plus fortement organisées, et dont l'une doit évidemment se trouver à Paris ou aux environs. Déjà depuis 1906 et grâce à la générosité de l'Institut, l'Observatoire de Paris possède un double sismographe de Milne, sans amortissement, qui a enregistré les grands tremblements de terre les plus éloignés; mais on sait qu'en général ce genre d'appareils ne donne pas complètement les vibrations préliminaires.

---

(1) Il importe aussi de ne pas négliger les tremblements de terre qui agitent assez souvent le sol de l'Algérie et qui doivent avoir leur origine dans l'Atlas. Il serait utile d'avoir au moins une station de chaque côté de cette chaîne : du côté nord, l'Observatoire d'Alger paraît tout indiqué, et sans doute on pourrait aisément trouver le moyen d'installer une seconde station à Tunis.

ZOOLOGIE. — *A propos d'une dent découverte par MM. Maurice de Rothschild et H. Neuville.* Note de M. **Albert Gaudry.**

En faisant hommage à l'Académie du Mémoire *Sur une dent d'origine énigmatique,* que viennent de publier MM. M. de Rothschild et H. Neuville, et pour lequel j'ai écrit une Introduction, j'ai l'honneur de rappeler que j'ai présenté, il y a trois ans, une Note de M. Maurice de Rothschild sur l'exploration qu'il a entreprise dans l'Afrique orientale avec MM. Henri Neuville, Roger et Victor Chollet. Parmi tant de pièces intéressantes rapportées de cette exploration, on remarquait une défense, dans un excellent état de conservation, trouvée à Addis-Abeba, qui ne ressemble à aucune dent d'animal fossile ou vivant, connu jusqu'à présent. Je l'ai montrée à l'Académie. Si on l'eût trouvée à l'état fossile, personne n'aurait hésité à la considérer comme appartenant à une espèce nouvelle. Mais elle indique un grand animal et il a paru étrange qu'une créature, ayant eu une si forte défense, ait échappé à l'attention des voyageurs. Il est vrai qu'on a découvert l'Okapi, qui, tout en étant sans doute parent du *Palæotragus* de Pikermi, représente un genre à part. Il est vrai aussi que le *Mylodon* de la Cueva Eberhard, qu'on croyait un type quaternaire, a été rencontré dans des conditions telles qu'il ne peut avoir cessé de vivre depuis longtemps. Cependant on conçoit que le premier sentiment ait été d'avoir des doutes sur la découverte d'un grand animal d'espèce nouvelle.

Depuis trois ans, MM. de Rothschild et Neuville se sont livrés aux recherches les plus variées et les plus approfondies pour arriver à la vérité. M. Neuville n'est pas seulement un de nos plus habiles zoologistes du Muséum : c'est un histologiste expérimenté. Il a donné plusieurs vues histologiques de la défense d'Addis-Abeba, et il a visité les différents musées de France et de l'étranger où il supposait pouvoir trouver des faits tératologiques qui pourraient se rapprocher plus ou moins de la défense problématique. MM. de Rothschild et Neuville ont photographié très soigneusement toutes les pièces qu'ils ont décrites, de sorte qu'on contrôle facilement leurs observations. Leur étude représente un effort considérable de travail.

En résumé, ils se croient en droit de conclure que la défense d'Addis-Abeba appartient à un grand Mammifère africain inconnu, existant encore ou récemment éteint; ce Mammifère serait étroitement allié aux Proboscidiens. Dans l'état actuel de nos connaissances, cette supposition me paraît la plus vraisemblable.

BACTÉRIOLOGIE. — *Variations morphologiques du bacille de la tuberculose de l'Homme et des Mammifères, obtenues artificiellement.* Note de M. S. **Arloing.**

Outre les légères variations morphologiques décrites dans tous les Ouvrages classiques, le bacille de la tuberculose présente parfois dans l'organisme vivant et dans ses cultures des variations beaucoup plus étendues sur lesquelles je désire appeler l'attention. Je laisserai de côté les formes actinomycosiques. Je parlerai seulement des formes filamenteuses simples ou ramifiées, d'un diamètre uniforme ou renflées aux extrémités.

Ces formes exceptionnelles, signalées d'abord par Roux et Nocard, par Metchnikoff, par Klein et par Maffuci, ont paru, à beaucoup d'observateurs, l'apanage probablement exclusif du bacille de la tuberculose des Oiseaux vieillissant dans ses cultures ou végétant à une température élevée.

Un peu plus tard, Fischel, travaillant sous la direction de Hueppe, et Bruns, travaillant dans le laboratoire de Lévy, observèrent des formes analogues dans des cultures du bacille des Mammifères. Fischel les a rencontrées dans des cultures relativement jeunes, poursuivies dans des milieux particuliers (œuf et agar-agar boriqué) et à des températures supérieures à l'*optima*.

Bruns fit ses constatations sur des cultures de tuberculose humaine, ayant végété à la surface de l'agar glycériné ordinaire, à la température de 37°,5, mais vieilles de 5 mois environ.

Nous avons fait, nous aussi, des observations du même genre sur deux bacilles de Mammifère, un bacille humain et un bacille bovin, dans des conditions particulières qui nous engagent à les faire connaître.

I. Un bacille humain et un bacille bovin que nous cultivions depuis plusieurs années dans la profondeur du bouillon glycériné furent amenés graduellement et avec beaucoup de ménagements à végéter à la température de 44°,5 à 45°,5. Les cultures se succédaient de 20 en 20 jours environ.

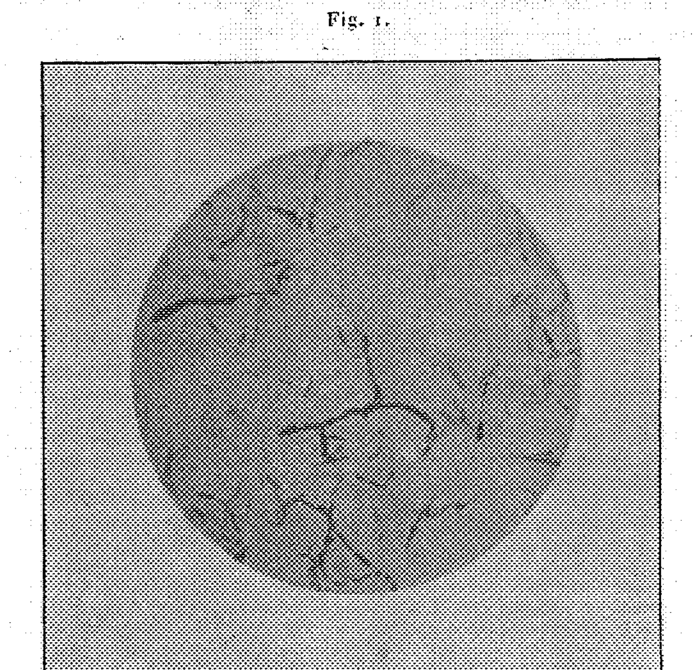
A partir de la 16e génération, on vit apparaître des formes anormales. Le nombre de ces formes augmenta beaucoup dans les générations subséquentes jusqu'à la vingtième, après laquelle l'expérience a pris fin.

La majorité des bacilles dépassait les dimensions normales; quelques-uns étaient particulièrement allongés, mais d'un diamètre uniforme; d'autres, étirés dans leur portion moyenne, se renflaient en massue aux extrémités. Plusieurs offraient des ramifications latérales ou terminales également renflées ou brusquement cassées sur leur longueur, les renflements flottant séparément dans les préparations.

Après l'action de la fuchsine phéniquée, si l'on insistait sur la décoloration par un acide, on constatait que le protoplasme de certains bacilles allongés et bi-renflés était continu d'un bout à l'autre ou interrompu par des incisures nettes comme s'il s'agissait d'individus pluri-articulés, ou formé de grains alignés dont le diamètre était en rapport avec celui de la portion des bacilles qui les contenait; que les renflements en massue étaient remplis d'une masse protoplasmique unique ou de grains inégaux; enfin que la substance acido-résistante pouvait manquer au niveau de l'étranglement des bacilles ou être réduite à l'état d'une fine poussière esquissant un long individu par une sorte de pointillé.

La figure 1 montre des spécimens de la plupart de ces formes anormales.

Fig. 1.



Bacilles humains modifiés par une suite de cultures à 44°,5-45°,5.
(Grossissement, 2400 diamètres.)

Sur des préparations traitées par la méthode de Gram ou les méthodes destinées à colorer les spores, les bacilles présentaient des granulations colorées, dépourvues toutefois de la réfringence spéciale des spores proprement dites.

Si l'on conservait ces cultures modifiées pendant plusieurs mois à la température ambiante, les bacilles se résolvaient en grains, boules ou cônes protoplasmiques acido-résistants. Semés dans du bouillon neuf maintenu à 37°-39°, ces corpuscules variés reproduisaient des bacilles ordinaires et beaucoup d'individus longs, renflés en massue à une extrémité ou aux deux extrémités.

Dans certaines séries de cultures à 44°-45°, les variations se bornaient à l'allongement ou à l'élongation des bacilles; elles n'allaient pas jusqu'aux ramifications et à la dilatation en massue.

II. Je suis encore parvenu à modifier la forme des bacilles sus-indiqués dans des cultures en séries faites à la température ordinaire de 37°-38°, mais sous une pression de $2^{atm},5$.

Les cultures faites dans ces conditions, renouvelées tous les 20 jours, se signalaient par une végétation très abondante. Les bacilles foisonnaient dans la profondeur du bouillon et formaient à la surface un voile épais et visqueux.

Dans la culture de 18e génération, les bacilles de la partie profonde étaient presque tous allongés, mais quelques-uns seulement étaient véritablement très longs et d'aspect polyarticulé. La majorité commençaient à s'étirer dans la partie moyenne et à se renfler vers les extrémités.

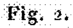
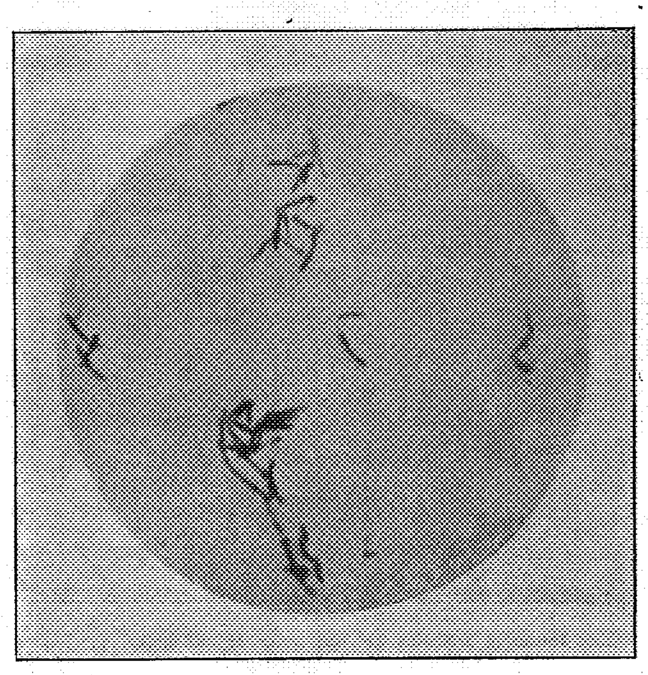


Fig. 2.



Bacilles humains modifiés par une suite de cultures faites à la pression de $2^{atm},5$, pris dans la profondeur du bouillon.
(Grossissement, 2400 diamètres.)

Dans le voile, la plupart des bacilles étaient allongés et comme effilés aux extrémités; leur partie moyenne élargie contenait un ou plusieurs grains retenant fortement la fuchsine phéniquée et d'autant plus visibles que le bacille lui-même était peu coloré. Ces bacilles se devinent dans le fond de la figure 3.

Parmi ces individus pâles et fusiformes, se détachaient çà et là de longs bacilles,

bien colorés, pourvus de grains ou de segments protoplasmiques plus foncés, et de ramifications, renflés en massue à l'extrémité. La figure 3 offre au premier plan un

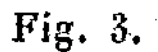
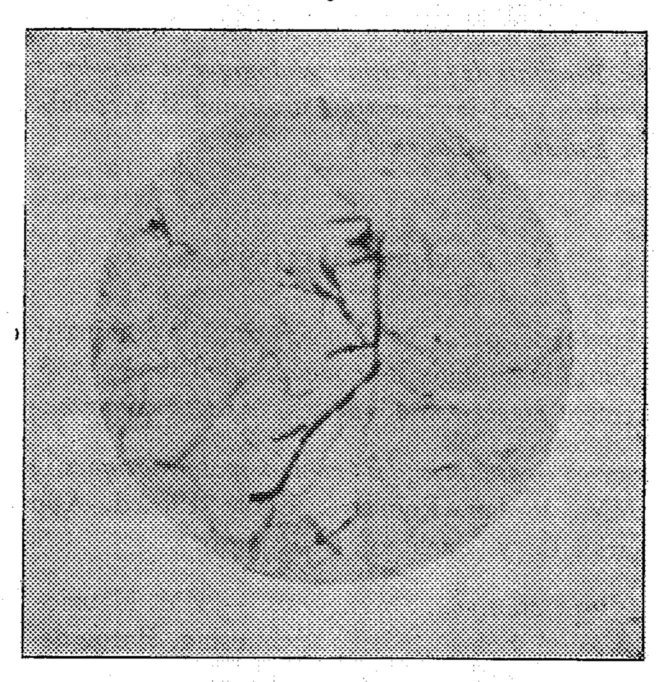


Fig. 3.



Bacilles humains modifiés par une suite de cultures faites à la pression de 2^{atm},5, pris sous le voile à la surface des cultures.
(Grossissement, 2400 diamètres.)

type de ces bacilles fortement modifiés. On remarquera que cet individu type ressemble beaucoup aux plus gros bacilles anormaux de la figure 1, qui ont apparu, on le sait, sous l'influence d'une température élevée.

III. Les formes géantes, ramifiées et renflées, du bacille de Koch ne sont donc pas particulières au bacille des Oiseaux, ni l'apanage des vieilles cultures des bacilles des Mammifères.

Elles peuvent se rencontrer dans des cultures de ces derniers régulièrement renouvelées sous l'influence de deux facteurs au moins ayant fait l'objet de nos études, savoir :

L'élévation de la température de l'étuve et l'augmentation de la pression à 2^{atm},5 dans l'enceinte qui renferme les cultures.

Dans ces conditions, les bacilles des Mammifères revêtent quelques-uns des aspects des bacilles aviaires et des bacilles des animaux à sang froid.

Notre étude contribue donc à abaisser la barrière que certains bactériologistes avaient dressée entre les bacilles qui sévissent sur les trois groupes principaux de Vertébrés.

M. R. Zeiller fait hommage à l'Académie d'un Mémoire de M. *Lantenois*, intitulé : *Résultats de la Mission géologique et minière du Yunnan méridional* (septembre 1903-janvier 1904), auquel il a collaboré, ainsi que MM. *Counillon, Mansuy* et *Laurent*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1908.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Grand prix des Sciences mathématiques, prix Francœur, Poncelet*. — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

Mécanique : *Prix Montyon, Fourneyron*. — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré.

Navigation : *Prix extraordinaire, Plumey*. — MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille.

Astronomie : *Prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, Damoiseau, Janssen*. — MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Darboux, Lippmann, Poincaré.

Géographie : *Prix Gay, Tchihatchef, Binoux, Delalande-Guérineau*. — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem, Perrier, de Lapparent.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de Prix Gay* pour l'année 1911.

Physique : *Prix Hébert, Hughes*. — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré, Cailletet.

Chimie : *Prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), Berthelot.* — MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne.

Minéralogie et Géologie : *Prix Fontannes, Bordin (Sciences physiques).* — MM. Gaudry, Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Perrier, Zeiller, de Lapparent.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de Coincy.* — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard.

CORRESPONDANCE.

Sir **Archibald Geikie**, Président de la Société géologique de Londres, adresse des remercîments à l'Académie pour l'adresse présentée à la Société à l'occasion de son centenaire, à la célébration duquel a assisté M. *Charles Barrois*.

Il fait hommage à l'Académie d'une *Histoire de la Société géologique*, écrite par Sir Horace-B. Woodward, F. R. S.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour faire partie de la deuxième Section de la Commission technique de la Caisse des recherches scientifiques, en remplacement de M. *Janssen*, décédé.

M. **Maurice Levy**, doyen de la Section de Mécanique, est désigné par l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Internationale Assoziation der Akademien, 29 Mai bis 2 Juni* 1907. *Dritte Versammlung in Wien.*

2° *Essai d'une description géologique de la Tunisie,* par Philippe Thomas. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

3° *Système silurien du centre de la Bohême,* par Joachim Barrande. Ire Partie : *Recherches paléontologiques.* Continuation éditée par le Musée bohême. Volume IV : *Gastéropodes,* par le Dr Jaroslav Perner. (Hommage du Musée bohême, conformément au désir exprimé par Joachim Barrande dans son testament.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système différentiel du second degré.* Note de M. L. **Schlesinger**, présentée par M. H. Poincaré.

Soit (y_{ik}) la matrice intégrale du système différentiel linéaire et canonique

$$\text{(A)} \qquad \frac{dy_k}{dx} = \sum_{p=1}^{n} y_p \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{pk}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \qquad (k=1,2,\ldots,n)$$

qui, pour $x = x_0$, se réduit à la matrice unité (δ_{ik}), et supposons que les substitutions fondamentales $(c_{ik}^{(\nu)})$, correspondant aux coupures $(a_\nu, \infty) = l_\nu$, soient indépendantes des affixes des points singuliers $a_1, \ldots, a_\sigma$, considérés comme paramètres variables. Il s'agit d'étudier les y_{ik} et les $A_{ik}^{(\nu)}$ en tant que fonctions des a_ν; c'est ce que je nommerai le *problème de Fuchs*. Lesdites fonctions pourront être définies comme il suit : si l'on fait décrire aux $a_1, \ldots, a_\sigma$ des chemins arbitraires, tels que jamais deux de ces points ne se rencontrent, et qu'aucun d'eux ne coïncide avec x_0 ou avec x, et si l'on suppose que, durant la variation des a_ν, les coupures l_ν se déforment comme si elles étaient des fils flexibles et extensibles, alors, pour chaque situation des a_ν et des l_ν, les y_{ik} subiront les substitutions constantes $(c_{ik}^{(\nu)})$ lorsque la variable x franchit les coupures l_ν, et ils vont constituer une matrice intégrale d'un système différentiel de la forme (A), aux résidus $A_{ik}^{(\nu)}$, et pour lequel les racines $r_i^{(\nu)}$ des équations déterminantes sont fixes. Soit $x = x'$, $a_\nu = a'_\nu$ un système de valeurs finies et différant entre elles pour lequel aucun cas des a'_ν ne coïncide avec x_0; les fonctions y_{ik} seront holomorphes au voisinage de $x = x'$, $a_\nu = a'_\nu$, et les fonctions $A_{ik}^{(\nu)}$ seront holomorphes au voisinage de $a_\nu = a'_\nu$ $(\nu = 1, 2, \ldots, \sigma)$. Chaque système de chemins fermés décrit par les a_ν, c'est-à-dire chaque système de chemins pour lequel les points extrêmes sont les mêmes que les points de départ, peut être composé des chemins qui font changer leur place à deux points voisins tels que a_ν, $a_{\nu+1}$ [1].

Si, après un tel changement, on rétablit les coupures primitives, on aura, auprès des coupures l_ν, $l_{\nu+1}$, ou les substitutions $(c_{ik}^{(\nu+1)})$, respectivement $(c_{ik}^{(\nu+1)})$, $(c_{ik}^{(\nu)})$, $(c_{ik}^{(\nu+1)})^{-1}$, ou les substitutions $(c_{ik}^{(\nu)})^{-1}$, $(c_{ik}^{(\nu+1)})$, $(c_{ik}^{(\nu)})$, respectivement $(c_{ik}^{(\nu)})$. On peut donc assigner, pour chaque système de chemins

---

[1] Voir, par exemple, Hurwitz, *Mathem. Annalen*, t. XXXIX

fermés des $a_1, \ldots, a_\sigma$, les substitutions qui correspondent aux coupures primitives; et comme, d'après le problème de Riemann, on sait construire toujours un système différentiel (A) pour lequel la matrice intégrale, se réduisant à (δ_{ik}) pour $x = x_0$, subit des substitutions données auprès des coupures $l_1, \ldots, l_\sigma$, et pour lequel les racines des équations déterminantes sont fixées, nous savons indiquer, pour chaque système de chemins fermés des $a_1, \ldots, a_\sigma$, le changement correspondant des y_{ik} et des $A_{ik}^{(\nu)}$.

J'ai démontré (*Journal de Crelle*, t. 129) que les y_{ik}, comme fonctions de la variable a_λ, satisfont au système différentiel

$$\frac{dy_k}{da_\lambda} = \sum_{p=1}^{n} y_p \left(\frac{A_{pk}^{(\lambda)}}{a_\lambda - x} + B_{pk}^{(\lambda)} \right) \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

où les $B_{pk}^{(\lambda)}$ sont indépendants de x. Soit $a_\lambda^{(0)}$ une valeur finie de a_λ, différente des $a_h (h \neq \lambda)$ et de x_0, les $B_{pk}^{(\lambda)}$ seront holomorphes au voisinage de $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$; il existe donc une matrice intégrale (α_{ik}) du système différentiel

$$\frac{d\alpha_k}{da_\lambda} = \sum_{p=1}^{n} \alpha_p B_{pk}^{(\lambda)}$$

se réduisant à (δ_{ik}) pour $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$. Posons

$$(y_{ik})(\alpha_{ik})^{-1} = (z_{ik}), \qquad (\alpha_{ik})(A_{ik}^{(\nu)})(\alpha_{ik})^{-1} = (C_{ik}^{(\nu)});$$

les z_{ik} vont satisfaire aux systèmes différentiels simultanés

$$(1) \qquad \frac{dz_k}{dx} = \sum_{p=1}^{n} z_p \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{C_{pk}^{(\nu)}}{x - a_\nu},$$

$$(2) \qquad \frac{dz_k}{da_\lambda} = \sum_{p=1}^{n} z_p \frac{C_{pk}^{(\lambda)}}{a_\lambda - x}$$

et aux conditions initiales $z_{ik} = \delta_{ik}$ pour $x = x_0$, $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$. Des conditions d'intégrabilité on tire le système différentiel du second degré

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{dC_{ik}^{(\lambda)}}{da_\lambda} &= \sum_{p=1}^{\sigma} \left(C_{ip}^{(\lambda)} \sum_{\nu \neq \lambda} \frac{C_{pk}^{(\nu)}}{a_\lambda - a_\nu} - \sum_{\nu \neq \lambda} \frac{C_{ip}^{(\nu)}}{a_\lambda - a_\nu} C_{pk}^{(\lambda)} \right), \\ \frac{dC_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} &= \sum_{p=1}^{\sigma} \left(C_{ip}^{(\lambda)} \frac{C_{pk}^{(\nu)}}{a_\nu - a_\lambda} - \frac{C_{ip}^{(\nu)}}{a_\nu - a_\lambda} C_{pk}^{(\lambda)} \right) \qquad (\nu \neq \lambda). \end{aligned} \right.$$

Ce système remarquable admet les équations intégrales algébriques suivantes :

$$\sum_{\nu=1}^{\sigma} C_{ik}^{(\nu)} = \gamma_{ik},$$

$$| C_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik} r | = (r - r_1^{(\nu)}) \ldots (r - r_n^{(\nu)})(-1)^n \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n),$$

où γ_{ik}, $r_i^{(\nu)}$ sont des constantes d'intégration, r étant un paramètre arbitraire. Les équations intégrales générales du système (3) pourront être mises sous la forme

$$c_{ik}^{(\nu)} = E_{ik}^{(\nu)}(C_{11}^{(1)}, \ldots, C_{nn}^{(\sigma)}) \qquad \begin{pmatrix} i, k = 1, 2, \ldots, n \\ \nu = 1, 2, \ldots, \sigma \end{pmatrix},$$

où les $c_{ik}^{(\nu)}$ sont des constantes d'intégration et où les $E_{ik}^{(\nu)}$ désignent des fonctions méromorphes des $C_{ik}^{(\nu)}$ dont les coefficients dépendent de la variable a_λ.

Les fonctions $C_{ik}^{(\nu)}$ de a_λ, provenant du problème de Fuchs, donnent ces solutions du système (3) pour lesquelles les constantes d'intégration $c_{ik}^{(\nu)}$ sont les éléments des substitutions fondamentales et les constantes d'intégration $r_i^{(\nu)}$ les racines des équations déterminantes. Comme selon le problème de Riemann les $c_{ik}^{(\nu)}$ peuvent être choisis arbitrairement, pourvu que les déterminants $|c_{ik}^{(\nu)}|$ soient différents de zéro, nous pouvons dire *que le problème de Fuchs fournit l'intégration générale du système différentiel* (3).

Les z_{ik}, correspondant à la solution particulière $C_{ik}^{(\nu)} = \text{const.}$ du système (3), se mettent sous la forme $(z_{ik}) = (u_{ik})(v_{ik})$, où les u_{ik}, v_{ik} satisfont respectivement aux systèmes différentiels

$$\frac{du_k}{dx} = \sum_{p=1}^{n} u_p \sum_{\nu \neq \lambda} \frac{C_{pk}^{(\nu)}}{x - a_\nu}, \qquad \frac{dv_k}{dx} = \sum_{p=1}^{n} v_p \frac{C_{pk}^{(\lambda)}}{x - a_\lambda}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques de certaines équations fonctionnelles*. Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Painlevé.

Dans l'étude des équations différentielles linéaires dont les coefficients dépendent d'un nombre quelconque de fonctions périodiques [1], telles

---

[1] Plus généralement encore lorsque les coefficients sont des fonctions quasi-périodiques (Esclangon, *Les fonctions quasi-périodiques*, p. 232 et suiv., Paris, Gauthier-Villars, 1904).

qu'on en rencontre en Mécanique céleste, on est amené, lorsqu'on veut étudier certaines propriétés des intégrales, à considérer des équations fonctionnelles de la forme

$$(1)\qquad \theta(x+na)+A_1\theta[x+(n-1)a]+\ldots+A_n\theta(x)=\varphi(x);$$

θ est la fonction inconnue, A_1, A_2, ..., A_n et φ des fonctions périodiques données de période b (b incommensurable avec a).

Je me propose d'indiquer dans cette Note quelques propriétés de ces équations au point de vue de la périodicité des solutions.

Je rappellerai brièvement quelques résultats généraux connus et d'ailleurs faciles à établir. Soit d'abord

$$(2)\qquad \theta(x+na)+A_1\theta[x+(n-1)a]+\ldots+A_n\theta(x)=0$$

une équation homogène à coefficients quelconques, fixes ou variables, périodiques ou non; en appelant *système de solutions indépendantes* un système θ_1, θ_2, ..., θ_n, pour lequel on a

$$\begin{vmatrix} \theta_1(x) & \ldots & \theta_n(x) \\ \theta_1(x+a) & \ldots & \theta_n(x+a) \\ \ldots\ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots \\ \theta_1[x+(n-1)a] & \ldots & \theta_n[x+(n-1)a] \end{vmatrix} \neq 0,$$

la solution la plus générale de (2) est donnée par la formule

$$(3)\qquad \theta=\lambda_1\theta_1+\lambda_2\theta_2+\ldots+\lambda_n\theta_n,$$

dans laquelle λ_1, λ_2, ..., λ_n sont des fonctions périodiques arbitraires de période a. Si l'équation possède un second membre comme l'équation (1), on peut adopter pour la solution générale $\theta(x)$ la même forme (3), λ_1, λ_2, ..., λ_n étant des fonctions non plus périodiques mais assujetties à vérifier les équations

$$[\lambda_1(x+a)-\lambda_1(x)]\theta_1(x+pa)+\ldots+[\lambda_n(x+a)-\lambda_n(x)]\theta_n(x+pa)=0$$
$$(p=1, 2, \ldots, n-1),$$
$$[\lambda_1(x+a)-\lambda_1(x)]\theta_1(x+na)+\ldots+[\lambda_n(x+a)-\lambda_n(x)]\theta_n(x+na)=\varphi(x),$$

c'est-à-dire

$$\lambda_i(x+a)-\lambda_i(x)=\psi_i(x)\qquad (i=1, 2, \ldots, n),$$

les ψ étant ainsi des fonctions connues.

Soit maintenant

$$(4)\qquad \theta(x+na)+a_1\theta[x+(n-1)a]+\ldots+a_n\theta(x)=0$$

une équation homogène à coefficients constants. En désignant par ρ_1, $\rho_2, \ldots, \rho_k$ les racines distinctes de l'équation caractéristique

$$(5)\qquad F(\rho)=\rho^n+a_1\rho^{n-1}+\ldots+a_n=0$$

et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_k$ leurs degrés de multiplicité, la solution générale est de la forme

$$\theta(x)=P_1 e^{r_1 x}+P_2 e^{r_2 x}+\ldots+P_k e^{r_k x},$$

$P_1, P_2, \ldots, P_k$ étant des polynomes entiers en x de degrés $\alpha_1-1, \alpha_2-1, \ldots, \alpha_k-1$ dont les coefficients sont des fonctions périodiques arbitraires de période a.

Nous nous plaçons, dans la suite, dans l'hypothèse où l'équation caractéristique (5) *n'admet aucune racine de module égal à l'unité*. Dans ce cas, on établit sans peine que l'équation (4) n'admet aucune solution $\theta(x)$ périodique de période b (1).

Ceci posé, considérons l'équation

$$(6)\qquad \theta(x+na)+a_1\theta[x+(n-1)a]+\ldots+a_n\theta(x)=\varphi(x),$$

$\varphi(x)$ désignant une fonction donnée de période b. *Cette équation admet-elle une solution $\theta(x)$ périodique de période b?* Supposons provisoirement que l'équation caractéristique $F(\rho)=0$ n'ait que des racines simples. La solution générale de (6) peut se mettre sous la forme

$$(7)\qquad \theta(x)=\lambda_1(x)e^{r_1 x}+\ldots+\lambda_n(x)e^{r_n x},$$

les λ étant assujettis à vérifier les équations

$$\lambda_i(x+a)-\lambda_i(x)=\frac{1}{\rho_i F'(\rho_i)}\varphi(x)e^{-r_i x}\qquad (i=1, 2, \ldots, n).$$

(1) Cette propriété est du reste plus générale : si l'équation caractéristique (5) n'admet aucune racine de la forme

$$\rho=\cos 2k\pi\frac{a}{b}+i\sin 2k\pi\frac{a}{b},$$

l'équation fonctionnelle (4) n'admet encore aucune solution périodique de période b.

Pour que $\theta(x)$ soit périodique, les λ doivent, en outre, satisfaire aux équations

$$\lambda_i(x+b)\,l^{r_i b}-\lambda_i(x)=0 \qquad (i=1,2,\ldots,n),$$

de sorte qu'en posant

$$\lambda_i=\mu_i(x)\,l^{-r_i x}$$

les μ_i seront des fonctions périodiques de périodes b assujetties à vérifier les relations

$$\mu_i(x+a)-\rho_i\,\mu_i(x)=\frac{\varphi(x)}{F'(\rho_i)},$$

équations faciles à résoudre lorsque $|\rho_i|\neq 1$. En posant

$$F(\rho)=P(\rho)\,Q(\rho),$$

$P(\rho)=0$ représentant les racines $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_k$ de module inférieur à 1, $Q(\rho)=0$ les racines $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_l$ de module supérieur à 1, on aura finalement, pour l'expression de la solution périodique $\theta(x)$,

$$\begin{aligned}\theta(x)=\varphi(x-a)\sum_1^k\frac{1}{P'(\alpha_i)\,Q(\alpha_i)}+\varphi(x-2a)\sum_1^k\frac{\alpha_i}{P'(\alpha_i)\,Q(\alpha_i)}+\ldots\\ +\varphi(x-pa)\sum_1^k\frac{\alpha_i^{p-1}}{P'(\alpha_i)\,Q(\alpha_i)}+\ldots-\varphi(x)\sum_1^l\frac{1}{\beta_j\,Q'(\beta_j)\,P(\beta_j)}\\ -\varphi(x+a)\sum_1^l\frac{1}{\beta_j^2\,Q'(\beta_j)\,P(\beta_j)}-\ldots-\varphi(x+qa)\sum_1^l\frac{1}{\beta_j^{q+1}\,Q'(\beta_j)\,P(\beta_j)}-\ldots,\end{aligned}$$

le second membre étant ainsi la somme de deux séries absolument et uniformément convergentes pour l'ensemble de toutes les valeurs réelles de x. Ces séries restent convergentes lorsque plusieurs racines de l'équation caractéristique viennent se confondre et représentent encore la solution périodique de l'équation (6).

Cette dernière ne peut avoir d'ailleurs d'autre solution périodique de période b, car l'équation sans second membre ne peut en admettre aucune.

AÉRONAUTIQUE. — *Essais méthodiques d'un aéroplane cellulaire.* Note de M. **H. Farman**, présentée par M. Deslandres.

L'année dernière, j'ai fait construire et essayé méthodiquement un aéroplane cellulaire qui a pu récemment franchir une distance horizontale de 1500^m sans toucher terre.

L'appareil se compose : d'une cellule principale de 10^m d'envergure sur 2^m de large, formée de deux plans superposés mesurant 40^{m^2} ; d'une cellule plus petite à l'arrière, de 3^m d'envergure sur 2^m de large et dont la surface est de 12^{m^2} ; d'un équilibreur placé à l'avant, formé d'un plan unique articulé permettant de varier son inclinaison et, par ce mouvement, de faire monter ou descendre l'appareil. Le moteur est au centre de la cellule principale, dans une sorte de nacelle bien fuselée, dans laquelle prend place le pilote; à l'arrière se trouve le gouvernail vertical articulé permettant de faire virer l'aéroplane à droite ou à gauche.

L'appareil complet est porté par un châssis en tube d'acier muni de deux roues pneumatiques orientables. Les essais, qui furent couronnés de succès, ont été très méthodiques. Le premier mois, j'ai en vain essayé de quitter le sol; puis, grâce à des modifications successives, je suis arrivé à parcourir dans l'air 30^m, 40^m et 50^m. Pendant un autre mois et demi, je n'ai pu qu'allonger ces vols jusqu'à 100^m et 120^m, après de longs et sérieux essais; puis j'ai soudainement compris la conduite de l'appareil, quelques particularités du moteur, la meilleure inclinaison à donner à la cellule, et, le 26 octobre dernier, je suis parvenu à parcourir une distance de 770^m en ligne droite, c'est-à-dire la longueur entière du terrain d'Issy-les-Moulineaux où je fais mes essais. Depuis cette date, j'ai travaillé et étudié la question des virages, et ce n'est que le 11 janvier 1908, soit 4 mois après la première sortie de l'appareil, que je suis arrivé à faire deux boucles parfaites, en restant 1 minute 45 secondes dans l'air, ce qui représente, d'après la vitesse de l'appareil, 1800^m.

Le 13 janvier 1908, sous le contrôle de la Commission d'aviation, j'ai parcouru 1^{km} en circuit fermé, virant derrière un poteau désigné à l'avance et placé à 500^m du point de départ, gagnant ainsi le prix Deutsch-Archdeacon. Le parcours total représente, avec le cercle, environ 1500^m.

J'ai choisi la forme cellulaire ou biplane pour mon appareil, parce que je considère cette forme comme la plus étudiée et celle qui assure le mieux la stabilité; je l'ai choisie aussi en raison de sa construction facile et de sa

solidité. Je crois que ma réussite est due surtout, non à la forme générale de l'appareil, mais aux nombreux essais méthodiques et aux modifications successives inspirées par l'expérience.

Les frères Voisin, qui ont construit mon appareil, ont certainement droit à une grande part de mon succès, car c'est grâce à leur compétence dans la matière, à leur activité et à leur intelligence que je suis arrivé au résultat.

Mes essais m'ont démontré que le poids a moins d'importance que la résistance à la pénétration, c'est-à-dire qu'une pièce quelconque un peu plus lourde mais plus fuselée est préférable à une pièce légère, mais résistante à la pénétration. Je suis arrivé à effectuer de longs vols en recouvrant avec de la toile certaines pièces exposées aux courants d'air, ce qui a permis de diminuer leur résistance de beaucoup.

J'ai aussi réussi à obtenir de meilleurs rendements avec mes dernières hélices; il est certain que ce sera la partie la plus importante dans les appareils futurs, car, pour le moment, on ne connaît pas très exactement en quelle matière les construire, ni la forme absolue à leur donner, attendu qu'elles se déforment par la force centrifuge, qui est énorme à la vitesse de 1200 à 1500 tours par minute.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le rendement des hélices de propulsion dans l'air.* Note de M. **Louis Breguet**, présentée par M. Deslandres.

J'applique à une hélice aérienne des considérations analogues à celles déjà publiées par M. Drzewiecki sur le même sujet (1). Soient

n le nombre de tours par seconde de cette hélice;

x la distance d'un élément M d'une aile au centre de rotation.

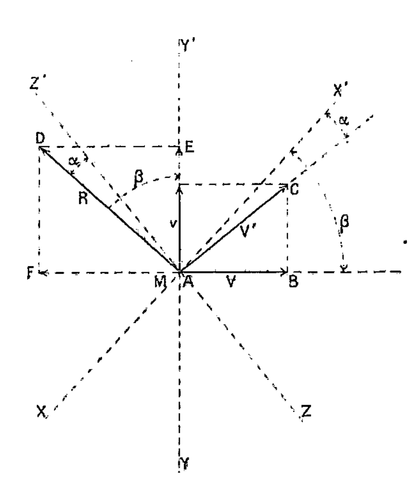
La vitesse tangentielle de rotation de cet élément dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'hélice sera

$$V = 2\pi n x.$$

L'hélice est supposée avancer, suivant son axe, à la vitesse constante v.

(1) J'ai eu connaissance au dernier moment des travaux antérieurs de M. Drzewiecki, présentés d'ailleurs sous une forme différente. J'ai conservé mes propres formules qui permettent de présenter simplement les résultats de mes expériences.

A un instant donné on pourra construire, pour l'élément de plan M, le diagramme



des vecteurs ci-dessus, où l'on a :

YY' axe d'avancement,
V vitesse tangentielle de rotation,
v vitesse d'avancement,
V' vitesse résultante de l'élément M,
AD = R réaction aérodynamique sur M,
AE composante de cette réaction R suivant l'avancement,
AF composante de cette réaction R suivant la direction de la vitesse V,
XX' axe perpendiculaire à R,
ZZ' axe perpendiculaire à V',
α angle de XX' avec V' et aussi de ZZ' avec R,
β angle de XX' avec V.

Nous appelons *rendement de l'élément* M le rapport entre la puissance utile produite et la puissance réellement dépensée pour mouvoir cet élément.

On voit facilement que ce rendement est donné par l'expression suivante [1] :

$$\rho = \frac{\tang(\beta - \alpha)}{\tang \beta}, \quad (1)$$

---

[1] En effet, la puissance dépensée pour mouvoir suivant AB l'élément de plan M est

$$W = p \tang \beta V.$$

La puissance utile nécessaire à l'avancement est

$$P_u = p \times v;$$

dont le rendement maximum sera obtenu quand

$$\text{(2)} \qquad \operatorname{tang}\beta = \frac{\sin\alpha + 1}{\cos\alpha}.$$

La valeur de ce rendement maximum est alors

$$\text{(3)} \qquad \rho_{\text{max}} = \frac{\cos^2\alpha}{(\sin\alpha + 1)^2}.$$

Il est visible que ce maximum est d'autant plus grand que α est plus petit.

Il résulte de la définition de l'angle α (cet angle étant celui que fait la réaction R avec la perpendiculaire zz' à V') que si l'on décompose R en deux composantes : l'une normale à V', l'autre suivant la direction de V', on a

$$\text{(4)} \qquad \operatorname{tang}\alpha = \frac{\text{composante de R suivant V}'}{\text{composante de R normale à V}'}.$$

Ceci étant posé, il est facile, au moyen d'une balance aérodynamique, de déterminer expérimentalement, au point fixe, pour chaque inclinaison donnée aux ailes de l'hélice expérimentée, les valeurs des deux composantes en question, et l'on reconnaît que pour une certaine valeur de cette inclinaison, que M. Drzewiecki appelle l'*incidence optimum*, tang α passe par un minimum.

Pour les surfaces ayant la forme la plus propice que nous ayons su réaliser l'expérience nous a donné, pour l'ensemble des éléments des ailes, des valeurs minima de tang α, dépendant du rapport de la surface alaire à la surface du cercle balayé.

C'est ainsi que suivant ces rapports nous avons trouvé, pour des hélices essayées sur notre balance, des valeurs de α comprises entre 7 grades et 11 grades [1].

---

mais on a

$$v = V \operatorname{tang}(\beta - \alpha),$$

d'où

$$P_u = pV \operatorname{tang}(\beta - \alpha).$$

Le rendement de l'élément est donc bien

$$\rho = \frac{\operatorname{tang}(\beta - \alpha)}{\operatorname{tang}\beta}.$$

[1] Ces angles sont notablement plus grands que ceux proposés par M. Drzewiecki, qui avait espéré, en partant des formules empiriques du colonel Duchemin et du professeur Langley sur les surfaces planant rectilignement, qu'on pourrait obtenir pour des hélices des valeurs de tang α ou μ égales à 0,044.

Quand pour un type d'hélice essayé on aura mesuré, au point fixe, l'angle α minimum, il sera facile de calculer le pas à lui donner pour en faire une hélice de propulsion à rendement maximum et ce rendement pourra être prédéterminé avec une grande précision.

Pour les hélices qui donnent au point fixe un angle α minimum de 7 grades, on trouve que, si la condition du rendement maximum est réalisée pour le centre d'action des ailes, le rendement global, c'est-à-dire l'intégrale des rendements de chaque élément, est $\rho = 0,795$.

Pour les hélices qui donnent $\alpha_{min} = 8$ grades, $\rho = 0,775$.

Pour les hélices qui donnent $\alpha_{min} = 9$ grades, $\rho = 0,75$.

Pour les hélices qui donnent $\alpha_{min} = 10$ grades, $\rho = 0,72$.

Ces chiffres sont très bons, mais pour les obtenir on est conduit à établir des hélices de très grand diamètre et tournant à très faible vitesse, dans certains cas irréalisables.

Nous avons reconnu que, sans s'éloigner trop de la condition du maximum de rendement, on peut faire de bonnes hélices de propulsion applicables sur nos aéroplanes et dont les rendements resteront supérieurs à 0,65.

Ces conclusions ont un intérêt pratique, car, en appliquant aux hélices des aéroplanes qui ont volé la méthode de calcul indiquée dans cette Note, on trouve que ces hélices étaient très loin de remplir la condition du maximum de rendement et qu'en fait les rendements réalisés étaient loin d'approcher les chiffres que nous indiquons.

Il est donc permis d'espérer que les appareils de l'avenir, sans compter l'amélioration certaine des qualités sustentatrices, voleront plus économiquement que les appareils actuellement expérimentés avec succès.

PHYSIQUE. — *Étude sur le radioplomb*. Note de M. **B. Szilard**, présentée par M. A. Haller.

Comme on le sait, on désigne sous le nom de *radioplomb* une substance dont on a pu séparer les radiums D, E et F. Le but de ce travail a été d'étudier la manière dont ces éléments se séparent lorsqu'on soumet le radioplomb à certaines réactions chimiques.

Les résultats ont montré qu'il est très facile de concentrer le polonium (radium F) et que la même opération était beaucoup plus difficile pour le radium D.

A. Les études de recristallisation ont montré que :

1° La recristallisation d'azotate dans une solution neutre sépare peu à peu le polonium qui reste dans l'eau mère, mais n'influence sensiblement ni le radium D, ni le radium E qui restent dans les cristaux. La même opération, dans une solution acide, aurait pour résultat de laisser le radium E en dissolution.

2° Le même procédé, utilisé pour le chlorure de plomb dans une solution fortement acide, donne une séparation bonne et rapide dans le même sens que l'opération précédente.

B. Le sulfovinate de soude purifié, ajouté à une dissolution d'un sel de plomb actif, donne, au bout d'un certain temps, un léger précipité, qui contient la plus grande partie des radiums E et F contenus dans la liqueur, mais ne renferme que des traces de radium D.

C. On a essayé de faire dissoudre le carbonate de plomb radioactif dans l'acide sulfurique concentré, et l'on a évaporé à sec la liqueur filtrée. Dans ce résidu, la quantité de radium D était plus grande que celle qui correspondrait à l'équilibre radioactif des radiums E et F présents. Cependant le produit n'était que peu enrichi en radium D.

D. L'urée commerciale donne un précipité rosâtre dans les dissolutions. L'urée recristallisée n'a pas cette propriété, par conséquent la matière qui cause la précipitation n'est qu'une impureté. En outre, le précipité contient une grande partie des radiums E et F de la liqueur, mais extrêmement peu de radium D.

E. Le carbonate d'ammoniaque donne un précipité blanc qui, au point de vue de son activité, est semblable à celui obtenu dans le cas précédent; il est cependant moins actif.

Cette réaction semble être une véritable réaction chimique et non un entraînement. On a pu constater que le précipité recueilli immédiatement après la réaction a une activité à peu près égale à celle d'un autre précipité obtenu de la même façon, mais qui a été séparé seulement après plusieurs jours.

On ne peut autrement interpréter le phénomène qu'en admettant que le précipité qui s'est formé, et qui contient les radiums D, E et F et une quantité relativement grande de plomb, se décompose de la même façon que s'il avait été séparé; mais, par cette décomposition de la matière solide et par la formation de la même matière dans le liquide, l'équilibre devient peu à peu incomplet et alors le carbonate de plomb du précipité se redissout, en reprécipitant les radiums E et F qui se sont créés pendant ce temps dans le liquide.

Par conséquent, pour les observations, l'activité du précipité restera relativement constante.

F. Le sel double d'hyposulfite de soude et de plomb actif, dans sa décomposition spontanée, donne un précipité dont les premières fractions sont plus actives que les suivantes (ce fait a été constaté par Hofmann et Zerban). On a étudié la marche de cette réaction et l'on a pu constater que :

1° L'opération de la filtration du liquide et aussi une forte lumière influencent avantageusement la formation du précipité, mais les produits chimiques de la réaction sont différents de ceux qui se forment dans les circonstances normales; la couleur du produit obtenu est rougeâtre en présence d'une forte lumière.

2° *La première fraction est la plus active; elle contient aussi le radium* D *en quantité de cinq à sept fois plus grande.*

3° Les autres fractions ont une activité à peu près égale entre elles, mais elles ne contiennent que très peu de radium D. Malgré cela, la liqueur contient encore la plus grande partie du radium D.

4° En transformant à nouveau la première fraction en azotate, on peut répéter la précipitation avec un meilleur rendement.

5° On a observé dans quelques cas que la lumière influençait avantageusement la réaction au point de vue de la séparation des substances actives.

G. Le polonium peut être entraîné par beaucoup de réactions chimiques. L'entraînement se fait déjà un peu plus difficilement pour le radium E, et, pour le radium D, il n'a été observé dans aucun cas. Pour effectuer un entraînement des radiums E et F il est, dans certains cas, suffisant de mêler aux solutions une matière en suspension.

H. La constante de temps du radium E correspond dans certains cas à celle du radium E_1, mais quelquefois à celle du radium E_2; plusieurs fois on a pu observer des nombres compris entre les deux précédents.

PHYSIQUE. — *Sur un cas exceptionnel du phénomène de Zeeman.* Note de M. A. **Dufour**, présentée par M. J. Violle.

Lorsqu'on observe le phénomène de Zeeman parallèlement aux lignes de force, on voit, comme on sait, une raie se décomposer, sous l'influence du champ, en deux raies correspondant à des vibrations circulaires inverses, qui obéissent à la règle suivante : la vibration circulaire dont la longueur d'onde est plus courte que celle de la raie primitive est décrite dans le sens du courant qui crée le champ.

On sait aussi que M. Jean Becquerel a trouvé des exceptions à cette règle en étudiant les bandes d'absorption des sels de certains métaux rares contenus dans des cristaux (¹) ou des dissolutions (²). Mais on n'a pas encore signalé de source lumineuse formée d'une vapeur ou d'un gaz incandescent qui, placée dans un champ magnétique, émette des vibrations circulaires tournant dans un sens contraire au sens fixé par la règle précédente.

J'ai pu réaliser une telle source en volatilisant, dans une flamme très chaude, du fluorure de calcium pur.

Le spectre de ce composé, en dehors du champ magnétique, a été étudié en détail par M. Fabry (³), qui prenait comme source un arc à flamme. Je m'occuperai surtout des radiations orangées qu'il désigne sous les symboles D, D′ et D″. Chaque symbole correspond à un groupe de têtes de bandes non dissociables; j'ai déterminé directement leurs longueurs d'onde dans l'air; à titre d'indication, voici celle de la tête la plus intense de chaque groupe : pour D, $\lambda = 6036,96$; D′, $\lambda = 6050,81$; D″, $\lambda = 6064,49$. Je désignerai par C, comme M. Fabry, les radiations voisines de $\lambda = 5840$, dont l'étude est moins facile.

Modifications du spectre dues au champ magnétique. — La flamme est placée au centre d'un électro-aimant Weiss. Le spectre de la lumière qu'elle émet est obtenu à l'aide d'un réseau concave de Rowland, monté comme il a été indiqué autre part (⁴). On observe, puis on photographie dans le spectre du troisième ordre. Je donnerai ailleurs les détails expérimentaux.

Contrairement à ce que pouvaient faire prévoir les observations faites jusqu'ici sur les spectres de bandes, *toutes* les têtes de bandes sont modifiées, et toutes les têtes *d'un même groupe* se comportent de la même manière.

1° *Observation de la lumière émise dans la direction des lignes de force.* — Le groupe D″ seul présente le phénomène normal conforme à la règle donnée plus haut (⁵); l'écart des composantes circulaires obtenues, ramené à un champ de 10000 gauss, est d'environ 0,3 UA.

Le groupe D *donne le phénomène anomal :* le sens des vibrations est interverti, l'écart des composantes étant le même que précédemment. Il faut remarquer, toutefois, que la polarisation circulaire de chaque composante

(¹) *Comptes rendus*, 1906-1907. — *Le Radium*, 1907.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 1150 et 1412.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1581, et t. CXL, 1905, p. 578.

(⁴) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IX, 1907.

(⁵) Les raies D_1, D_2 du sodium de la flamme se trouvent sur la plaque photographique en même temps que les bandes étudiées. Les modifications bien connues de ces raies sous l'influence du champ servent de repères.

n'est pas tout à fait complète. Les groupes D′ et C se comportent comme D, mais l'observation en est plus difficile.

2° *Étude de la lumière émise perpendiculairement aux lignes de force.* — Toutes les têtes de bandes du groupe D″ donnent un quadruplet *inverse* de celui qu'on constate pour la raie D_1 du sodium, par exemple : l'écart des composantes qui vibrent dans la direction des lignes de force est plus grand que celui des deux autres composantes qui vibrent dans une direction rectangulaire. De pareils cas sont rares, n'ont pas été observés dans des séries entières de raies et méritent d'être cités. Les écarts des doublets sont respectivement de 0,4 et 0,3 UA dans un champ de 10000 unités. Le groupe D′ se comporte comme D″.

Au contraire, le groupe D donne, pour les deux directions de vibrations, un même doublet dont l'écart est de 0,3 UA pour la même valeur du champ. Le groupe C semble subir les mêmes modifications que D.

Les valeurs numériques données ici sont provisoires; des mesures plus précises seront faites ultérieurement dans des champs plus intenses. Les mêmes phénomènes s'observent sur le spectre d'absorption de la vapeur. Ceci me permettra d'étudier les variations de l'indice au voisinage de ces radiations.

En résumé, le résultat le plus important de ce travail est le suivant : il existe au moins une source lumineuse donnant un spectre qu'on attribue à un *composé* et non à un corps simple, et qui, placée dans un champ magnétique, émet des vibrations circulaires dont le sens s'accorde avec l'hypothèse de l'existence d'électrons positifs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Méthode calorimétrique appliquée à l'étude des réactions lentes.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. D. Gernez.

Le calorimètre, sous sa forme ordinaire, se prête mal à l'étude thermique des réactions lentes. Les corrections à faire subir aux nombres observés, pour tenir compte des pertes de chaleur dues au rayonnement, ou à la

(1) L'écart trouvé sur les mêmes clichés entre les composantes de la raie D_1 du sodium, et ramené à un champ de 10000 gauss, conduit à un nombre très voisin de la valeur 0,43 UA qui, d'après les déterminations les plus récentes, paraît être la plus probable relativement à un pareil champ.

convection, ou à l'évaporation des liquides, deviennent, en effet, à la fois plus longues et plus incertaines lorsque la durée de l'expérience augmente. On peut en diminuer l'importance en fermant le calorimètre à sa partie supérieure pour éviter l'évaporation ([1]), ou en faisant varier la température de la masse d'eau qui l'entoure, de telle sorte qu'elle reste constamment égale à celle du liquide sur lequel on opère ([2]), ou encore, en employant comme vase calorimétrique un tube de Dewar ([3]). Mais ces procédés sont insuffisants encore et l'incertitude des corrections ne permet pas d'aborder l'étude de réactions poursuivies pendant plusieurs heures.

On a, au contraire, de très bons résultats en immergeant complètement le tube de Dewar, bouché à sa partie supérieure, dans l'eau d'un thermostat, et faisant en sorte que, au début de l'expérience, le tube lui-même et les liquides sur lesquels on opère soient à la température de ce thermostat, ce qui est facilement et rapidement réalisable. Les corrections sont alors très faibles. Celle qui correspond à la perte de chaleur par rayonnement et convection est naturellement proportionnelle à l'excès intérieur de température, résultant de l'échauffement dû à la réaction, et à la durée de l'expérience; avec un tube contenant 35^{cm^3} de liquide seulement, pour une durée de 1 minute et un excès de $1°$, elle n'est que de $0°,002$. En outre, l'étude du procédé montre (et en ceci consiste le plus grand avantage de cette méthode) que cette correction peut être déterminée, *une fois pour toutes,* avec une approximation qui est au moins de $\frac{1}{20}$. Ainsi, lorsque la durée d'une observation a été de 1 heure, avec un excès final de $1°$, la correction sera de $0°,12$ et l'erreur maxima, de ce fait, $0°,006$ ou 0,6 pour 100 de la quantité à mesurer. Il n'y a, par ailleurs, pas à tenir compte de l'évaporation, le volume de l'air au-dessus du liquide n'étant que de quelques centimètres cubes. Enfin, la montée du thermomètre étant très lente, l'erreur due au retard de ce thermomètre est insensible.

La seule difficulté qu'on rencontre, si l'on se propose de déterminer les quantités *absolues* de chaleur dégagées, consiste dans la détermination de la valeur en eau du tube calorimétrique, qui est ici une fraction notable de l'ensemble, pouvant atteindre $\frac{1}{5}$. On peut déterminer cette valeur soit d'après les dimensions géométriques du tube, soit par des expériences de comparaison effectuées avec des substances dégageant une quantité de chaleur connue. Par exemple, on décomposera, dans le tube, un certain

(1) GUGLIELMO, *Rend. d. Lincei*, t. V, 11, 1902, p. 298.

(2) GUINCHANT, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 320. — RUBNER, *Archiv. für Hygiene*, t. XLVIII, 1903, p. 260.

(3) RICHARDS, HENDERSON et FORBES, *Zeit. physik. Ch.*, t. LII, 1905, p. 551.

volume d'eau oxygénée et l'on mesurera l'élévation de température du système, ce qui en donnera la capacité calorifique totale avec une erreur moindre que 2 pour 100, même pour un tube de 35^{cm^3}.

Je citerai, à titre d'exemple, les nombres relatifs à une expérience ayant consisté à saponifier, par un excès de potasse, de l'acétate d'éthyle.

Température du thermostat : 12°. *Durée de l'expérience :* 50 *minutes.*

Quantité d'acétate décomposée	$0,85.10^{-3}$ mol.	
Élévation de température	0°,236	Total : 0°,241
Correction	0°,005	
Valeur en eau du calorimètre	41^g	
Quantité de chaleur dégagée : 41 × 0,241	10^{Cal}	
Soit par molécule-gramme	12^{Cal} (1)	

Dans cette expérience, la correction de température a été particulièrement faible : en général, elle est d'autant de dixièmes de l'élévation totale que l'expérience a duré d'heures.

En dehors de son emploi pour les mesures thermochimiques, cette méthode trouve une application beaucoup plus importante dans l'étude des réactions diastasiques de toute nature. Elle permet en effet de suivre la marche de la réaction, la quantité de matière transformée étant, dans des solutions étendues, proportionnelle à l'élévation de la température, toutes les fois qu'il ne s'introduit pas de complication due à une réaction secondaire. Il suffira donc de suivre la marche de cette température avec le temps pour en déduire, par le calcul, les quantités de matière transformées *et la loi de la transformation.*

J'ai principalement appliqué cette méthode à l'étude de la catalyse de l'eau oxygénée par des solutions d'hydrate ferrique; je me suis assuré qu'elle était applicable à l'inversion du sucre et aux saponifications d'éthers (acétates d'éthyle et d'amyle). Pour l'éther acétique, par exemple, qui se déduit suivant la formule

$$\log\frac{(a-x)b}{(b-x)a} = k(a-b)t$$

(x étant la quantité d'éther décomposée au temps t, b cette quantité au temps 0, a la

(1) Ce nombre concorde, à $\frac{1}{2}$ Calorie près, avec celui qu'on peut déduire des nombres donnés par les Tables de Berthelot. Mais, dans ce dernier cas, il est obtenu comme somme et différence de quatre nombres dix fois plus grands. L'erreur possible est donc quarante fois plus considérable.

quantité de potasse, k un nombre qui doit rester constant) les valeurs trouvées pour k, à différents moments, ont été :

t.	k.
5,6	0.01185
11,6	1196
18,6	1182
33,6	1167
41,6	1120
52,6	1026

le dernier nombre étant incertain à cause de la faible quantité d'éther restant non décomposée. La constance du nombre k est, au début du moins, très satisfaisante.

Cette méthode calorimétrique est, si l'on observe les températures au moyen d'un thermomètre à mercure (divisé en $\frac{1}{50}$) du type ordinaire, de deux à quatre fois moins sensible que les méthodes titrimétriques ordinaires (pour l'eau oxygénée et les éthers) ou polarimétriques (inversion du sucre). Cette précision pourrait être facilement augmentée, aux dépens de la simplicité de l'appareil, par l'emploi des mesures électriques, car elle n'est limitée que par les imperfections du thermomètre à mercure. Elle est, d'ailleurs, suffisante pour la pratique. Pour obtenir une élévation de température de 0°,2 ou 0°,3, permettant de très bonnes mesures, il suffit en effet d'employer :

L'eau oxygénée à la concentration de		$0^{\text{mol}},01$ ou $0^{\text{vol}},1$
L'éther acétique	»	0,03
Le saccharose	»	0,10 ou 3 pour 100

Quand bien même d'ailleurs cette méthode serait plus inférieure encore, en sensibilité, à celles qu'on a employées jusqu'ici, elle ne s'en imposerait pas moins dans nombre de cas; car elle présente l'avantage de pouvoir être appliquée, sans aucune complication, à toutes les températures au-dessous de 100°, à des liquides quelconques, colorés ou troubles, volatils ou altérables à l'air, contenant ou non des substances étrangères à la réaction, c'est-à-dire tels que l'emploi des méthodes habituelles soit pratiquement impossible; sous la seule condition que le phénomène observé dégage ou absorbe une quantité de chaleur appréciable, ce qui est de beaucoup le cas le plus général.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la synthèse de l'ammoniaque.* Note de M. **Woltereck**. (Extrait.)

A l'occasion d'une publication de MM. Léon Brunel et Paul Woog ([1]), je demande à l'Académie la permission de rappeler mes expériences qui datent de plusieurs années ([2]) :

Lorsqu'on fait passer un mélange sec de 1^{vol} d'azote et de 3^{vol} d'hydrogène sur du fer réduit réparti en couches minces sur des fibres d'amiante vers 550°, il se forme de petites quantités d'ammoniaque. En substituant le sesquioxyde de fer au métal, les quantités d'ammoniaque fournies sont un peu plus considérables, mais dans les deux cas la réaction s'arrête au bout d'un certain temps. On obtient des résultats analogues avec les oxydes de nickel, de cobalt, de cuivre, de cadmium, d'argent, de plomb, de bismuth, de chrome et de fer, mais ce sont les trois derniers qui fournissent les rendements les plus élevés.

En remplaçant l'azote par de l'air, on rend la réaction continue; de plus, l'introduction de vapeur d'eau dans le mélange gazeux améliore les résultats, et l'hydrogène peut être remplacé par du gaz de houille débarrassé de produits azotés.

On fait passer un mélange de 1 partie d'hydrogène et de 78 parties d'air chargé de vapeur d'eau par barbotage dans de l'eau maintenue à 80°, sur de la toile de fer oxydée et puis réduite, avant l'expérience, dans un courant d'oxyde de carbone. Une série d'expériences destinées à déterminer l'effet de la température a donné les résultats suivants, avec un passage de 100^{l} d'air en 4 heures 30 minutes :

Températures.	Ammoniaque formée.
250°-300° C.	80,3 mg
300-350	204,0
350-400	119,0
400-450	13,4
450-550	41,1
550-650	23,6

La température la plus favorable à la réaction est donc comprise entre 300° et 350°.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 922.

([2]) Brevets français n^{os} 328415 et 332591 (1903).

En prolongeant le contact avec le fer, les rendements sont moindres. La décomposition de l'ammoniaque par le contact intime du fer chauffé commence au-dessus de 300°.

Il faut toujours faire la réduction du fer au commencement d'une expérience, car la réaction est moins rapide avec le fer oxydé; j'ai cherché une autre matière à oxyder qu'il n'y aurait pas lieu de chercher à récupérer. Le coke et le charbon de bois ont donné de bons résultats : 80g de coke brûlés en 47 heures à 400°, par 868l d'air saturé de vapeur d'eau à 80°, ont donné 337mg d'ammoniaque de synthèse (déduction faite de l'azote contenu dans le coke).

De meilleurs résultats furent obtenus avec la tourbe. J'ai opéré sur de la tourbe contenant 1,54 pour 100 d'azote à l'état sec, que j'ai brûlée dans un tube de fer par un courant d'air saturé de vapeur d'eau à 80°. Dans une série de cinq expériences, 441g,2 de tourbe sèche ont fourni 11g d'ammoniaque dont 2g,75 sont en excès sur l'ammoniaque attribuable à l'azote de la tourbe et représentent l'ammoniaque de synthèse.

Une nouvelle série d'expériences a été effectuée avec du charbon exempt d'azote, préparé par la calcination du sucre de cannes.

Voici les résultats obtenus :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Température	700°-720°	600°-610°	550°	385°	450°	450°
Air par heure	50l	50l	50l	50l	40l	18l
Durée de l'expérience	4h30m	4h30m	4h30m	4h30m	6h	6h
Carbone brûlé en grammes	39,0	34,0	29,0	6,0	11,5	8,0
Ammoniaque en milligrammes	15,5	18,0	27,5	40,0	102,5	18,50
Pour 100 de carbone brûlé	0,04	0,05	0,09	0,66	0,9	0,23

De petites quantités d'ammoniaque prennent donc naissance dans les oxydations en présence de vapeur d'eau, si la température ne dépasse pas 700°.

CHIMIE. — *Sur le pouvoir catalyseur de la silice et de l'alumine.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans une précédente Communication [1] j'avais annoncé que la silice, selon qu'elle est à l'état de quartz cristallisé réduit en fine poussière, ou qu'on l'a obtenue à l'état amorphe en précipitant le silicate de sodium par l'acide chlorhydrique, réagit catalytiquement sur les alcools d'une façon

[1] *Comptes rendus,* t. CXLIV, 21 mai 1907, p. 1111.

différente. En étudiant de plus près le phénomène je suis arrivé à constater l'influence qu'exercent sur cette diversité d'action catalytique la température à laquelle a été préalablement calcinée la silice et la durée de cette calcination.

I. La silice précipitée du silicate de sodium, soigneusement lavée jusqu'à ce que les eaux de lavage ne se troublent plus par le nitrate d'argent, desséchée ensuite et déshydratée complètement par une calcination modérée, est un catalyseur des alcools, qui donne exclusivement des carbures éthyléniques. C'est ainsi qu'elle déshydrate l'alcool éthylique dès la température de 280° en donnant 99,5 pour 100 d'éthylène.

Cette même silice, calcinée 1 heure, au rouge vif, dans un creuset de platine, ne commence à réagir sur l'éthanol que vers 340°, et elle fournit 5,3 pour 100 d'hydrogène, le reste étant de l'éthylène.

Enfin en calcinant cette silice, durant 6 heures, au rouge blanc, dans un fourneau à moufle, la décomposition de l'éthanol se produit seulement dès 390°, avec 17,1 pour 100 d'hydrogène.

Le quartz hyalin, finement pulvérisé, ne commence à agir sur l'alcool éthylique que vers 460° avec production d'éthylène et de 52 pour 100 d'hydrogène. Mais si l'on calcine ce quartz durant 6 heures, au rouge blanc, dans un fourneau à moufle, il ne décompose plus l'éthanol que vers 480° en fournissant 95,2 pour 100 d'hydrogène.

II. L'alumine présente, au point de vue, de la catalyse des alcools, des particularités semblables à celles de la silice.

Préparée par une calcination modérée de l'alun ammoniacal ou du sulfate d'alumine, ou bien obtenue en précipitant un sel d'alumine et calcinant légèrement le précipité soigneusement lavé et desséché, l'alumine est exclusivement un catalyseur déshydratant des alcools. C'est ainsi qu'elle déshydrate l'alcool éthylique dès la température de 275°, en donnant 99,5 pour 100 d'éthylène.

Les choses changent lorsqu'on fait intervenir une calcination prolongée. En calcinant en effet l'alumine précédente durant 6 heures, au rouge blanc, dans un fourneau à moufle, elle n'a commencé à décomposer l'éthanol que vers 420°, en donnant 12 pour 100 d'hydrogène, le reste étant de l'éthylène.

III. On est donc amené à cette conclusion : que la silice précipitée du silicate de sodium et l'alumine, modérément calcinées, sont vis-à-vis des alcools des catalyseurs déshydratants, donnant des carbures éthyléniques purs. Mais si l'on calcine fortement et longuement l'une et l'autre, leur pouvoir catalytique, outre qu'il est atténué, tend à changer de sens et devient déshydrogénant.

Ceci expliquerait le désaccord des chimistes relativement à l'action de

la silice et de l'alumine sur les alcools : les uns prétendant que ce sont des déshydratants; les autres, des déshydrogénants; d'autres, enfin, des corps inactifs. Cette divergence d'opinions tiendrait non pas précisément aux traces d'impuretés dont l'influence, comme je m'en suis assuré, est à peu près nulle, mais à la calcination différente de la silice et de l'alumine employées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques composés du terbium et du dysprosium.* Note de MM. G. **Urbain** et G. **Jantsch**, présentée par M. Haller.

Nous avons entrepris l'étude des composés des éléments du groupe yttrique récemment isolés par l'un de nous dans le but de rechercher quelles relations existent entre les différents termes de la série et quelles différences il conviendrait de mettre à profit pour édifier des procédés de séparation de ces corps moins pénibles que ceux qui ont été employés pour les obtenir.

Il nous a semblé nécessaire d'aborder cette étude en commençant par les combinaisons les plus simples : oxydes, chlorures, nitrates et sulfates. Nous nous bornerons à décrire dans cette Note les principaux résultats de nos premières recherches sur le terbium et le dysprosium.

Peroxyde de terbium Tb^4O^7. — Le peroxyde de terbium, qui prend naissance par la calcination des sels de terbium dont l'acide peut être éliminé par la chaleur, répond exactement à la formule Tb^4O^7, si l'on a eu soin d'éviter une température trop élevée.

A la chaleur blanche, l'oxyde Tb^4O^7 perd de l'oxygène, qu'il ne réabsorbe pas intégralement pendant le refroidissement. C'est ainsi que l'oxyde qui résulte de la calcination du sulfate vers 1600° présente une composition assez variable; les dosages d'oxygène donnent des nombres généralement inférieurs à ceux qu'exige la formule Tb^4O^7.

Si l'on se borne à calciner au moufle l'oxalate ou l'hydroxyde de terbium, on obtient un peroxyde pour lequel les dosages d'oxygène conduisent exactement à la formule précédente.

Nous nous en sommes assurés en dosant l'oxygène de peroxydation par une méthode qui prête moins à l'erreur que la réduction par l'hydrogène au rouge ou la méthode iodométrique précédemment employées. Cette méthode consiste à dissoudre le peroxyde de terbium en le traitant à chaud par une solution titrée de sulfate ferreux ammoniacal contenant de l'acide sulfurique libre et en se mettant à l'abri de l'oxygène de l'air en opérant dans une atmosphère de gaz d'éclairage. L'excès de sel de Mohr

est ensuite titré par le permanganate de potasse. Les nombres trouvés par cette méthode coïncident avec le nombre théorique 2,13 pour 100 à $\frac{1}{100}$ ou $\frac{2}{100}$ près.

L'établissement de cette formule présente une grande importance pour l'analyse des composés du terbium : le terbium peut être dosé sous forme de peroxyde Tb^4O^7, si l'on a soin de se placer dans les conditions qui viennent d'être précisées.

Nitrate de terbium $Tb(NO^3)^3, 6H^2O$. — Le peroxyde de terbium est difficilement soluble à froid dans l'acide nitrique. Il s'y dissout à chaud avec dégagement d'oxygène. En évaporant la solution au bain-marie, on n'obtient qu'un sirop qui par le refroidissement se prend en une masse blanche radiée. Dans l'acide nitrique additionné de $\frac{1}{8}$ de son volume d'eau et employé sans excès, on obtient le nitrate

$$Tb(NO^3)^3, 6H^2O$$

sous forme d'aiguilles cristallines monocliniques incolores.

Ce sel est soluble dans l'alcool. Sa solution aqueuse est neutre au tournesol.

En tube scellé, ce nitrate fond dans son eau de cristallisation à 89°,3.

Sulfate de terbium $Tb^2(SO^4)^3, 8H^2O$. — La préparation, l'analyse et les propriétés de ce sel, utilisé pour la détermination du poids atomique du terbium, ont été décrites antérieurement (G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 521).

C'est le même hydrate qui prend naissance quand on précipite par l'alcool une solution aqueuse contenant du terbium et de l'acide sulfurique. Il se présente alors sous la forme d'une poudre cristalline composée de lamelles micacées, insolubles dans l'alcool et difficilement solubles dans l'eau.

Chlorure de terbium $TbCl^3, 6H^2O$. — Le peroxyde de terbium se dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore. La solution étant concentrée jusqu'à ce qu'elle renferme de 40 à 45 de sel anhydre pour 100 parties de dissolvant, on y ajoute environ une fois et demie son volume d'acide chlorhydrique et l'on abandonne la dissolution dans un exsiccateur à acide sulfurique. Le chlorure de terbium donne volontiers des solutions sursaturées; il est bon de provoquer la cristallisation en frottant avec une baguette de verre les parois du cristallisoir. Le sel qui prend alors naissance répond à la formule $TbCl^3, 6H^2O$. Il se présente sous la forme de cristaux prismatiques incolores et transparents. Ce sel est extrêmement hygroscopique. Il est soluble dans l'alcool. Sa solution aqueuse est neutre au tournesol.

Le *dysprosium* ne donne pas de peroxyde. Son oxyde Dy^2O^3 ne change pas de poids lorsqu'on le chauffe soit dans une atmosphère oxydante, soit dans une atmosphère réductrice. Ses sels ont une légère coloration jaune vert.

Nitrate de dysprosium $Dy(NO^3), 5H^2O$. — Dans les conditions où l'on obtient le nitrate de terbium à 6^{mol} d'eau, nous avons constamment obtenu un nitrate de dysprosium pentahydraté.

Ce nitrate ressemble de tout point au nitrate correspondant de bismuth, à la couleur près. Il perd de l'eau dans une atmosphère sèche et devient rapidement opaque. Il est soluble dans l'alcool, très soluble dans l'eau, moins soluble dans l'eau chargée d'acide nitrique que dans l'eau pure. Sa solution aqueuse est neutre au tournesol.

Il fond dans son eau de cristallisation à 88°,6.

Sulfate de dysprosium $Dy^2(SO^4)^3, 8H^2O$. — Ce sel, qui a servi à la détermination du poids atomique du dysprosium, a été décrit antérieurement (G. Urbain et Demenitroux, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 598). Il est aussi semblable que possible au composé correspondant du terbium.

Chlorure de dysprosium $DyCl^3, 6H^2O$. — Ce composé se prépare comme le chlorure correspondant du terbium, dont il partage la plupart des propriétés. Il est cependant moins hygroscopique. Sa solution aqueuse est également neutre au tournesol.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les chaleurs de dissolution des métaux alcalins, et sur les chaleurs de formation de leurs protoxydes.* Note [1] de M. E. Rengade, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai montré précédemment [2] l'intérêt qu'il y aurait à reprendre systématiquement la détermination des chaleurs de dissolution des métaux alcalins, ces mesures n'ayant jamais été faites par un même expérimentateur pour la série entière de ces métaux.

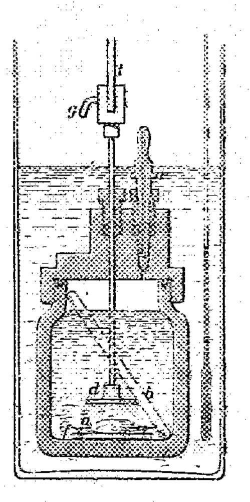
L'ingénieux dispositif employé par M. Joannis [3] pour le potassium et le sodium ne peut être utilisé pour le rubidium et le cæsium, qui, en réagissant sur l'eau, produisent une véritable explosion rendant toute mesure impossible. Quant à l'artifice utilisé par Beketoff, consistant à enfermer ces métaux dans un tube capillaire qu'on projette dans l'eau du calorimètre, il ne permet ni la pesée précise de l'échantillon, ni une attaque suffisamment régulière. J'ai préféré produire la réaction en vase clos, c'est-à-dire dans un obus calorimétrique genre Mahler, modifié pour la circonstance : au lieu du dispositif habituel d'inflammation électrique, le couvercle est muni, suivant l'axe, d'un presse-étoupe traversé par une tige d'acier que termine à sa partie inférieure un disque *d* servant à écraser l'ampoule vide d'air *a* contenant le métal alcalin. Celle-ci, préalablement pesée, est maintenue au fond de l'obus, attachée à une petite plaque d'acier servant de lest. L'obus est presque complètement rempli d'eau, sauf un espace d'environ 40^{cm^3} où l'on a fait préalablement le vide et où ira se comprimer l'hydrogène.

(1) Présentée à la séance du 13 janvier 1908.

(2) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 236.

(3) Joannis, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XII, 1887, p. 378.

La difficulté consiste à agiter convenablement le liquide intérieur. On y parvient de la manière suivante : l'obus ne repose pas sur le fond du calorimètre; il est suspendu au moyen d'un cordon attaché à une potence et d'une règle de bois *t* fixée par la goupille *g* à l'extrémité de la tige de l'écraseur. En outre, une baguette de verre *b* est



placée dans l'obus, inclinée à 45°. On imprime à l'obus, à l'aide de la règle, un rapide mouvement de rotation alternativement à droite et à gauche. L'eau, qui tend à rester immobile en vertu de son inertie, frotte contre les parois de la bombe et contre la baguette de verre, et l'agitation se trouve ainsi assurée d'une manière parfaite. Après avoir observé la marche du thermomètre pendant la période préliminaire, on décroche rapidement le cordon de la potence de manière à faire reposer l'obus sur le fond du calorimètre, on brise l'ampoule en enfonçant l'écraseur, on rétablit la suspension et l'on recommence l'agitation. La température s'élève rapidement et atteint son maximum en 4 à 6 minutes. On peut ensuite, en dévissant le robinet à pointeau *r*, recueillir sur le mercure l'hydrogène dégagé, mesurer son volume et vérifier sa pureté.

Ce dispositif m'a donné pour ces expériences les meilleurs résultats. Il pourrait être utilisé avantageusement toutes les fois qu'on aura à étudier thermiquement une réaction produite en présence d'un liquide et pouvant donner lieu à des projections ou à un dégagement rapide de gaz.

La réaction se faisant à volume constant, il faudra, si l'on veut la ramener à pression constante, retrancher du nombre trouvé la chaleur correspondant au travail $VH(1+\alpha t)$ du gaz dégagé, soit ici par atome-gramme de métal, en employant la formule donnée par M. Berthelot,

$$\tfrac{1}{2}(0{,}5424 + 0{,}002\,t)\text{ Calories.}$$

Le cæsium et le rubidium employés dans cette étude avaient été préparés, à partir des chlorures purs, avec les précautions indiquées antérieurement. Le potassium industriel avait été redistillé dans le vide à 300°, ce qui l'avait presque rigoureusement débarrassé de sodium, moins volatil. Le sodium

employé contenait moins de $\frac{1}{1000}$ de potassium. L'hydrogène dégagé était complètement inodore, exempt d'acétylène et d'oxyde de carbone.

Voici les moyennes d'expériences très concordantes dont les résultats détaillés seront publiés dans un autre recueil :

(1) (Na, Aq) = 44,1; (K, Aq) = 46,4; (Rb, Aq) = 47,25; (Cs, Aq) = 48,45.

On voit que le rubidium et le cæsium conduisent, en particulier, à des valeurs moins élevées que celles données par Beketoff (48,2 et 51,6), et différant beaucoup moins entre elles. Le sodium et le potassium donnent, au contraire, des nombres un peu plus forts que ceux de M. Joannis; la différence tient évidemment à la diversité des méthodes employées.

Il en résulte que les valeurs que j'avais calculées antérieurement pour les chaleurs de formation des protoxydes doivent être modifiées. J'ai été conduit, d'ailleurs, à reprendre les déterminations des chaleurs de dissolution des oxydes de cæsium et de rubidium, les nombres que j'avais obtenus précédemment pour ces deux oxydes étant la moyenne d'un petit nombre d'expériences effectuées sur de faibles quantités de matière, et, de plus, les expériences avec Rb^2O ayant été faites avec des échantillons préparés depuis plusieurs semaines. Or, j'ai reconnu depuis que ce protoxyde, ainsi, du reste, que ceux de sodium et de potassium, se décompose peu à peu à la lumière avec mise en liberté de métal, tandis que celui de cæsium reste inaltéré. Je reviendrai, d'ailleurs, sur cette curieuse propriété. Voici en définitive les valeurs moyennes de mes expériences :

(2) (Na^2O, Aq) = 56,5; (K^2O, Aq) = 75,0; (Rb^2O, Aq) = 80,0; (Cs^2O, Aq) = 83,2.

En comparant la série (2) à la série (1), on trouve comme chaleurs d'oxydation :

(3) (Na^2, O) = 100,7; (K^2, O) = 86,8; (Rb^2, O) = 83,5; (Cs^2, O) = 82,7.

On voit que les séries (1), (2) et (3) accusent une variation parfaitement régulière dans les propriétés thermiques des alcalins rangés par ordre de poids atomiques croissants. On ne retrouve plus l'anomalie singulière que j'avais cru rencontrer dans le cæsium en me fiant aux expériences de Beketoff sur la dissolution du métal. On voit de plus que, contrairement à ce qu'on croyait jusqu'ici, l'affinité pour l'oxygène diminue quand le poids atomique augmente, ce qui est d'ailleurs la règle générale dans les familles naturelles de métaux.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du sulfure de carbone dans les benzols.* Note de M. ISIDORE BAY.

Le sulfure de carbone existe en petites quantités dans les benzols retirés des goudrons de houille. On le décèle facilement par la réaction de Liebermann et Seyewetz, qui consiste, comme on le sait, à le précipiter par la phénylhydrazine. Il était intéressant de chercher si cette réaction qualitative ne pouvait pas être également quantitative. C'est le résultat de ce travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

La phénylhydrazine donne, avec le sulfure de carbone, un précipité blanc cristallisé de phénylsulfocarbazinate de phénylhydrazine, de formule

$$CS^2(C^6H^5 - AzH - AzH^2)^2.$$

Ce corps, très instable en solution, l'est bien un peu à l'état sec, mais pas au point d'empêcher un dosage effectué en une journée. La précipitation est complète en 2 ou 3 heures. On filtre sur doubles filtres tarés, on lave soigneusement avec du benzène pur jusqu'à disparition complète de la phénylhydrazine et l'on sèche le précipité dans le vide sec.

Nous avons effectué par ce procédé des dosages de sulfure de carbone dans du benzène et nous avons obtenu les résultats consignés dans le Tableau suivant, qui sont systématiquement un peu forts, ce que nous attribuons à la difficulté qu'il y a à laver parfaitement le précipité :

	Poids de CS^2 pour 100 en grammes	
Numéros d'ordre.	introduit dans du benzène pur.	trouvé par notre procédé de dosage.
1	1,263	1,269
2	2,526	2,535
3	6,315	6,318
4	12,630	12,640
5	25,260	25,273

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des oxyacides α en aldéhydes par ébullition de la solution aqueuse de leurs sels mercuriques; application à la préparation de l'arabinose gauche au moyen du gluconate mercurique.* Note (¹) de M. MARCEL GUERBET, présentée par M. A. Haller.

J'ai montré antérieurement (*Bulletin de la Société chimique de Paris,*

(¹) Présentée dans la séance du 13 janvier 1908.

3^e série, t. XXVII, p. 803) que le lactate mercurique, en solution aqueuse, se décompose en lactate mercureux, acide lactique, aldéhyde et anhydride carbonique. A froid, la réaction est lente : le lactate mercureux formé reste tout d'abord dissous; puis, sa proportion augmentant, une partie s'en précipite. A chaud, la réaction est beaucoup plus rapide et, après quelques heures d'ébullition, presque tout le mercure est précipité à l'état de lactate mercureux. Mais, dans ce cas, la réaction se complique de l'altération du lactate mercureux formé, qui se dédouble très lentement en lactate mercurique et mercure donnant au mélange une teinte grisâtre. Si l'on prolonge assez longtemps l'ébullition, une partie du mercure se sépare sous forme de gouttelettes brillantes. Même dans ce cas, il ne se forme pas d'acide acétique.

Pour expliquer la transformation du lactate mercurique en lactate mercureux, acide lactique, aldéhyde et anhydride carbonique, j'avais émis l'hypothèse de la réaction

$$2(C^3H^5O^3)^2Hg = (C^3H^5O^3)^2Hg^2 + C^3H^6O^3 + C^2H^4O + CO^2.$$

Afin de vérifier si cette équation représente bien les faits, j'ai déterminé les proportions de lactate mercureux, acide lactique, aldéhyde résultant de la décomposition d'un poids connu d'acide lactique préalablement transformé en sel mercurique.

30^g d'acide lactique, étendus de 100$^{cm^3}$ d'eau, ont été additionnés d'un excès d'oxyde jaune de mercure récemment précipité. Après un quart d'heure d'agitation, on a filtré. La solution, qui possède déjà l'odeur d'aldéhyde, a été reçue dans un ballon, qu'on a mis en relation avec un tube Lebel-Henninger muni d'un thermomètre et suivi d'un serpentin refroidi par de la glace, puis de deux flacons laveurs contenant de l'eau glacée. On porte la liqueur à l'ébullition et l'on règle le feu pour que le thermomètre indique une température de 60°. L'aldéhyde, qui prend naissance, est retenu par les flacons laveurs, tandis que l'anhydride carbonique formé se dégage. Après 6 heures d'ébullition, le dégagement gazeux cesse à peu près complètement et l'on met fin à l'expérience. La réaction est terminée, car presque tout le mercure s'est précipité à l'état de lactate mercureux et la liqueur ne renferme plus, avec l'acide lactique mis en liberté, que des traces de lactate mercurique et un peu de lactate mercureux.

On détermine le poids du lactate mercureux formé : on en trouve 55^g,40. On dose l'acide lactique libre que renferme la liqueur : il y en a 11^g,40. Enfin, on détermine, par la méthode de MM. Seyewetz et Bardin (*Bull. de la Soc. chim. de Paris*, 3^e série, t. XXXIII, p. 1000), l'aldéhyde condensée et l'on en trouve 3^g,90. Or, d'après l'équation formulée plus haut, il eût dû se former 9^g d'acide lactique, 4^g,40 d'aldéhyde et 57^g,80 de lactate mercureux.

Cette équation représente donc les faits d'une manière assez satisfaisante.

Cette réaction n'est pas particulière à l'acide lactique; elle est commune à tous les acides ayant un oxhydryle en position α. C'est ainsi que le sel mercurique de l'acide glycolique se décompose, lorsqu'on fait bouillir sa solution aqueuse, en donnant du glycolate mercureux, de l'acide glycolique, de l'aldéhyde formique et de l'anhydride carbonique; mais la réaction est plus lente qu'avec le lactate mercurique.

Le tartrate mercurique subit la même transformation et donne du tartrate mercureux, de l'acide tartrique, de l'anhydride carbonique et du glyoxal, ses deux fonctions oxyacides étant touchées par la réaction. Mais celle-ci est très lente, à cause sans doute de la faible solubilité du tartrate mercurique, et il faut une trentaine d'heures d'ébullition pour transformer ce sel en tartrate mercureux.

La réaction réussit encore avec le sel mercurique de l'acide gluconique $CH^2OH - (CHOH)^4 - CO^2H$, qui produit ainsi l'arabinose gauche $CH^2OH - (CHOH)^3 - CHO$.

Application à la préparation de l'arabinose gauche. — D'après la formule de réaction, démontrée pour l'acide lactique, sur 4^{mol} d'oxyacide mises en expérience, une seule prend part à la formation de l'aldéhyde. Aussi ne peut-on se servir avantageusement de cette réaction pour la préparation des aldéhydes. Il en est autrement avec l'acide gluconique, qui peut fournir l'arabinose gauche avec un rendement suffisant.

Le gluconate mercurique, en effet, se décompose d'abord, suivant la réaction générale, en donnant du gluconate mercureux, de l'acide gluconique, de l'arabinose et de l'anhydride carbonique. De plus, la réaction de dédoublement du sel mercureux en mercure et sel mercurique, qui était très lente avec les oxyacides considérés plus haut, est au contraire très rapide pour le gluconate mercureux, à cause sans doute de sa plus grande solubilité. Le gluconate mercurique qu'il engendre subit à son tour la transformation en arabinose, de sorte que la moitié de l'acide gluconique mis en réaction tend à prendre part à la formation de ce sucre.

Pour préparer l'arabinose par la réaction indiquée, on dissout 100^g de gluconate de chaux dans 200^{cm^3} d'eau; on précipite la chaux par la quantité théorique d'acide oxalique et l'on additionne la solution filtrée d'un excès d'oxyde jaune de mercure. On chauffe légèrement pour en faciliter la dissolution et l'on en sépare l'excès par filtration. Enfin, on fait bouillir la liqueur à reflux pendant 4 heures. On filtre, on précipite par l'hydrogène sulfuré le peu de mercure encore dissous. Après une nouvelle filtration, on chasse l'hydrogène sulfuré par ébullition et l'on sature par du carbonate de chaux l'acide gluconique que renferme la liqueur. On filtre encore une fois et l'on évapore dans le vide jusqu'à consistance de sirop épais. Pour séparer l'arabinose du gluconate de chaux, on triture le sirop obtenu avec 200^{cm^3} d'alcool à 95° jusqu'à obtenir une matière pulvérulente qu'on agite longuement et à plusieurs reprises avec de l'alcool

à 90°. Les liqueurs alcooliques réunies sont distillées jusqu'à 100^{cm^3} environ, et l'on achève l'évaporation à température ordinaire. L'arabinose cristallise peu à peu en fines aiguilles. En reprenant les eaux mères par l'alcool absolu bouillant, on en sépare une nouvelle quantité et l'on obtient en tout de 16^g à 18^g d'arabinose brute; on achève de la purifier en la faisant cristalliser dans l'eau.

Le gluconate de chaux, séparé de l'arabinose, peut être récupéré en le reprenant par l'eau et faisant cristalliser. On retrouve ainsi de 40^g à 44^g de gluconate de chaux, sur lequel on peut renouveler la série des réactions précédentes. En opérant ainsi, j'ai obtenu encore 6^g d'arabinose et 15^g de gluconate de chaux. Ces deux traitements successifs donnent donc de 22^g à 24^g d'arabinose pour 100^g de gluconate de chaux, soit un rendement un peu supérieur à celui qu'on obtient par les autres procédés déjà décrits.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Divers cas de production simultanée des diméthylanthracènes* 1.6 *et* 2.7. Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. Haller.

J'ai décrit dans des Notes précédentes ([1]) deux cas de formation simultanée des diméthylanthracènes 1.6 et 2.7 par l'action de $AlCl^3$ et du toluène, soit sur CH^2Cl^2, soit sur $C^2H^2Br^4$. Depuis, j'ai rencontré cette association des deux mêmes carbures dans divers autres produits décrits comme des diméthylanthracènes définis. Ils fondent, le premier à 240°, l'autre à 244°,5 et forment un mélange singulier, fusible nettement vers 225°. Ce point est sensiblement le plus bas que j'aie rencontré pour des mélanges variés des deux corps; il change peu et ne remonte que pour un excès notable de l'un ou l'autre des constituants. Ce doit donc être à peu près le point de fusion de leur eutectique. Ceci explique la netteté de la fusion, car, à ce point de vue, un eutectique simule bien un corps défini.

Ce caractère n'est pas le seul qui ait abusé les chimistes sur la nature de ce produit complexe. D'après ce qui précède, l'eutectique, mélange à point de fusion minimum, inséparable par fusion fractionnée, doit avoir une composition assez voisine de celles des produits naturels que fournissent les réactions chimiques; mais ce qui est curieux et rare, c'est qu'il ne diffère pas non plus beaucoup des produits obtenus, comme limites de fractionnement, par sublimation ou par cristallisation dans les divers dissolvants utilisables, toluène, benzène, seuls ou mélangés d'alcool, acide acétique. Même ces derniers sont entre eux tellement voisins, qu'on ne gagne rien à changer

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976; t. CXL, p. 44; t. CXLI, p. 204 et p. 354; t. CXLIII, p. 687.

de dissolvant, dans l'espoir de pousser plus loin la séparation. Tous les produits obtenus dans ces diverses conditions fondent à 225°. Cristallise-t-on le produit naturel dans le toluène par exemple, il fond à 225°, ainsi que la portion dissoute et les cristaux. Il en sera de même si l'on recommence deux ou trois fois l'opération; mais, en continuant assez, pour que la partie cristallisée ne soit plus qu'une faible fraction de la portion restée dissoute dans l'ensemble du traitement, on voit enfin peu à peu s'élever le point de fusion de ce résidu, tandis que celui de la partie dissoute reste toujours 225°. On isole ainsi une assez petite quantité de carbure 1.6, variable d'ailleurs avec l'origine du produit. C'est que les divers mélanges naturels en contiennent toujours un peu plus que ne comporte la limite de fractionnement dans le toluène. Cet excès séparable de carbure 1.6, toujours faible et difficile à mettre en évidence, existe pourtant dans tous les produits naturels que j'ai étudiés. S'il venait à manquer dans l'un d'eux, rien, au point de vue physique, ne permettrait de distinguer ce mélange d'un corps défini. Toutes les méthodes physiques, combinées entre elles, n'arriveraient pas à le résoudre. C'est précisément ce qui arrive pour la majeure partie du produit, qui est restée dissoute dans le toluène, quand on a séparé l'excès de carbure 1.6. J'achève la séparation en combinant des méthodes physiques et chimiques. J'oxyde le mélange inséparable de carbures en quinones qui, épuisées par l'alcool, laissent de la quinone 2.7, tandis que le produit dissous est riche en quinone 1.6 avec un peu de 2.7. Ce mélange réduit en anthracène sera épuisé au toluène; il restera beaucoup de carbure 1.6, et ainsi de suite. Cette réduction amène de grandes pertes. Mais, outre les difficultés que je viens de décrire, d'autres causes sont venues égarer les chimistes et ne leur ont pas permis de toujours reconnaître ce même produit. Ce sont :

1° L'élévation accidentelle du point de fusion de certaines fractions, qui, au hasard des cristallisations, ont pu s'enrichir en dérivé 1.6. C'est arrivé à Friedel et à Crafts, qui ont indiqué pour le même produit, dans deux Mémoires, les points de fusion 225° puis 232°. Cela m'est aussi arrivé au début.

2° L'abaissement du point de fusion par des corps étrangers s'est aussi produit. Par exemple, abaissement de 10° pour Elbs et Wittich, qui n'ont pas reconnu le produit, souillé, comme je l'ai constaté, de β-méthylanthracène.

3° Enfin il y a l'incertitude du point de fusion de la quinone, qui fond très mal. Et cependant, malgré son état de mélange, ce produit, quand il est bien exempt de corps étrangers, présente des caractéristiques assez nettes pour être reconnu, tel l'ancien didyme, mélange lui aussi, très difficile à séparer en néodyme et praséodyme et capable de simuler un corps simple.

J'estime, aujourd'hui, que tout diméthylanthracène fusible vers 225°, dont la qui-

none fond entre 155° et 165°, particulièrement vers 162°, est vraisemblablement ce mélange. Les différents produits que j'ai ainsi essayés se sont tous laissé dédoubler en diméthylanthracène 1.6 et 2.7.

Après ce qui précède, on comprendra pourquoi un certain nombre de chimistes, et non des moindres, ont pu tenir ce composé entre leurs mains, sans le reconnaître parfois et sans jamais soupçonner son caractère de mélange. C'est ainsi que Friedel et Crafts l'ont décrit avec le point de fusion 225°, puis 232°, ailleurs 225°-227°; Anschütz 225°, puis ailleurs Anschütz et Immendorff 225°; Elbs et Wittich 215°-216°; Zincke et Waschendorff 225°.

Il avait été décrit jusqu'ici 15 cas de production de diméthylanthracènes. Lesquels?... Leur constitution était généralement indéterminée; dans 4 cas seulement on l'avait envisagée, c'était pour les isomères 1.3-2.3 et 2.6. Encore a-t-on donné comme dérivé 1.3 deux corps fort différents. C'était, en somme, un fatras incohérent où j'ai tâché d'apporter quelque lumière. D'abord, j'ai pu établir la constitution de l'un de ces carbures, découvert par Anschütz : c'est le 2.7-diméthylanthracène, que j'ai ensuite retrouvé, dans 7 des cas décrits, associé à son isomère 1.6, inconnu jusque-là. De sorte que sur les 15 produits décrits comme diméthylanthracènes, dont 11 tout à fait indéterminés, 8 nouveaux sont maintenant connus, n'en laissant plus dans l'ombre que 3.

Pour le carbure auquel j'attribue, comme étant la plus probable, la constitution 1.6, je dirai que sa quinone fond à 169°. Louise a décrit un diméthylanthracène ([1]) dont la quinone est fusible à 170°. Une identité n'était pas impossible, malgré une notable différence de point de fusion des carbures, car celui de Louise pouvait être souillé et sa quinone pure. Pour m'en assurer, j'ai mélangé les deux quinones, par parties égales, et pris le point de fusion du mélange, qui se trouve abaissé d'environ 15°. Ces corps sont donc distincts.

Voici les diverses réactions et les divers produits où j'ai reconnu le mélange des diméthylanthracènes 1.6 et 2.7. Ce sont :

I. Action de CH^2Cl^2 sur le toluène en présence de $AlCl^3$ (Friedel et Crafts).
II. » $CHCl^3$ » » (Elbs et Wittich).
III. » $C^2H^2Br^4$ » » (Anschütz).
IV. » $AlCl^3$ sur le toluène (Anschütz et Immendorff).
V. » $C^6H^5 — CH^2Cl$ sur le toluène en présence de $AlCl^3$ (Friedel et Crafts).
VI. » $AlCl^3$ sur le chlorure de xylyle (Friedel et Crafts).
VII. Diméthylanthracène du goudron de houille (Zincke et Waschendorff).

([1]) Voir Louise, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. VI, p. 187.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des adipates de méthyle et d'éthyle.* Note de MM. **L. Bouveault** et **R. Locquin**, présentée par M. A. Haller.

L'amidure de sodium transforme l'adipate de méthyle, dissous dans l'éther anhydre ou le benzène, en *cyclopentanone-carbonate de méthyle sodé*. L'éther correspondant constitue un liquide incolore d'odeur douceâtre, bouillant à 105° sous 19^{mm}; $d_0^4 = 1,145$. Sa *semicarbazone* est en fins cristaux incolores fondant à 167°.

Son dérivé sodé, traité à froid par l'iodure de méthyle, est transformé intégralement en *méthylcyclopentanone-carbonate de méthyle*. Il faut éviter dans cette préparation toute élévation de température sous peine d'obtenir de l'*α-méthyladipate de méthyle*. Le nouvel éther bout à 105°-106° sous 15^{mm}; $d_0^4 = 1,103$. Il est insoluble dans les alcalis et ne donne pas de dérivé cuprique. La *semicarbazone* forme des paillettes brillantes fusibles à 187°.

L'*α-méthyladipate de méthyle*, qui en dérive par fixation de 1^{mol} d'alcool méthylique, bout à 112°-114° sous 10^{mm}, $d_0^4 = 1,054$; il se transforme à froid, au contact de l'ammoniaque aqueuse, en *α-méthyladipodiamide*, petits cristaux blancs peu solubles, fusibles à 186°,5.

La cyclisation de cet éther par AzH^2Na fournit le *γ-méthylcyclopentanone-carbonate de méthyle* qui bout à 113°-114° sous 19^{mm} et dont la *semicarbazone* fond à 118°. L'isopropylation de cet éther se fait incomplètement, avec ouverture partielle de la chaîne fermée. Nous avons pu répéter cette opération avec de meilleurs résultats en nous adressant aux dérivés de l'adipate d'éthyle qui sont moins sensibles à l'alcoolyse.

La préparation du cyclopentanone-carbonate d'éthyle et de son dérivé α-méthylé a déjà été décrite par l'un de nous (Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 1019); ce dernier se transforme aisément par chauffage avec l'éthylate de sodium en *α-méthyladipate d'éthyle* bouillant à 132°-134° sous 15^{mm}; $d_0^4 = 1,010$. La cyclisation de cet éther au moyen de AzH^2Na conduit au *γ-méthylcyclopentanone-carbonate d'éthyle*, liquide incolore, bouillant à 105° sous 12^{mm}, $d_0^4 = 1,057$, dont la semicarbazone est incristallisable. Son isopropylation fournit le *γ-méthyl-α-isopropylcyclopentanone-carbonate d'éthyle* bouillant à 123°-124° sous 10^{mm}. Cet éther, chauffé avec la potasse alcoolique, est décomposé en carbonate de potassium, alcool et *méthylisopropylcyclopentanone*, liquide d'odeur camphrée, bouillant à 181° et dont la

semicarbazone fond à 210°. Son *oxime* est liquide et bout à 127° sous 22^{mm}. Cette cétone s'est trouvée identique à la dihydrophorone.

Chauffé au contraire à l'autoclave à 150° avec 1^{mol} d'alcoolate de sodium en dissolution dans l'alcool absolu, l'éther ci-dessus décrit se transforme en *α-méthyl-α'-isopropyladipate d'éthyle* qui bout à 144°-146° sous 14^{mm}, et dont la saponification par 3^{mol} de potasse alcoolique à 140°-150° donne enfin l'acide *α-méthyl-α'-isopropyladipique* bouillant à 215°-220° sous 14^{mm} et cristallisant lentement et incomplètement. Après recristallisation dans le benzène ou l'acide formique étendu d'eau, cet acide fond à 110°-111°.

L'*α-isopropylcyclopentanone-carbonate d'éthyle* est difficile à obtenir pur, parce qu'il est accompagné dans sa préparation de son produit d'alcoolyse. Il fond à 141°-143° sous 27^{mm} et donne une *semicarbazone* fondant à 141°-142°. Sa saponification par la potasse alcoolique fournit une petite quantité d'*α-isopropylcyclopentanone* et surtout de l'*acide α-isopropyladipique.*

L'*α-isopropylcyclopentanone* possède une odeur camphrée assez agréable, bout à 174° à la pression ordinaire; sa *semicarbazone*, peu soluble dans l'alcool absolu, fond à 200°-201.

L'acide *α-isopropyladipique* bout à 222° sous 12^{mm} et fond à 66°-67°. Son *éther éthylique* bout à 148°-149° sous 17^{mm}; $d_0^4 = 0,9876$. Cet acide a été préparé par M. Blanc à l'aide d'un procédé différent (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 908).

La cyclisation de cet éther conduit au *γ-isopropylcyclopentanone carbonate d'éthyle,* bouillant à 132°-136° sous 14^{mm}, $d_0^4 = 1,028$, dont la méthylation est aisée.

L'*α-méthyl-γ-isopropylcyclopentanecarbonate d'éthyle* bout à 128°-129° sous 12^{mm}; $d_0^4 = 1,027$; il se comporte, sous l'influence de la potasse alcoolique et de l'éthylate de sodium, comme le fait son isomère.

Nous nous sommes servis, pour caractériser les deux acides α-méthyladipique et α-méthyl-α'-isopropyladipique, d'une méthode due à l'un de nous (R. Locquin, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1274).

L'*α-méthyladipate neutre d'acétol* bout à 230° sous 12^{mm}; sa *disemicarbazone,* peu soluble, fond à 157°-160° en se décomposant.

L'*α-méthyl-α'-isopropyladipate neutre d'acétol* bout vers 230° sous 12^{mm}, et sa *disemicarbazone* fond à 162° en se décomposant.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypoiodeux naissant (iode et carbonate de sodium) sur quelques acides de formule générale* $R - CH = CH - CH^2 - CO^2H$ (R *étant* C^6H^5 *plus ou moins substitué*). Note de M. **J. Bougault**, présentée par M. A. Haller.

J'ai indiqué antérieurement [1] que, d'une façon générale, les acides éthyléniques ayant leur double liaison en $\beta\gamma$ ou $\gamma\delta$ donnent, très facilement et intégralement, des lactones iodées lorsqu'on fait agir l'iode sur la solution aqueuse de leurs sels alcalins. Au cours des recherches poursuivies dans cette direction, j'ai été amené à constater qu'en présence d'un excès de carbonate de sodium la quantité de lactone iodée formée était d'autant moindre que l'excès de carbonate de sodium était plus grand, et devenait nulle en présence d'une quantité très considérable du sel alcalin.

Je me suis alors proposé de rechercher ce que devenait, dans ces nouvelles conditions, l'acide mis en réaction.

L'acide phénylisocrotonique et ses analogues ont tout d'abord été étudiés à ce point de vue, parce que c'est surtout avec ces acides que l'emploi d'un excès de carbonate de sodium m'a paru influencer défavorablement la précipitation de la lactone iodée.

I. L'acide phénylisocrotonique $C^6H^5 - CH = CH - CH^2 - CO^2H$, soumis à l'action de l'iode, en solution aqueuse diluée et en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, se transforme en acide benzoylacrylique $C^6H^5 - CO - CH = CH - CO^2H$.

L'étude des conditions les plus favorables à cette transformation m'a conduit au mode opératoire suivant :

3g,50 d'acide phénylisocrotonique sont dissous dans 1500cm³ d'eau additionnés de 25g de carbonate de sodium sec. On ajoute alors peu à peu une solution d'iode dans l'iodure de potassium, de manière qu'il reste toujours un excès d'iode manifeste ; il ne se fait aucune précipitation ; au bout de 24 heures l'opération est terminée.

On peut, du reste, s'assurer qu'il ne reste plus dans la liqueur d'acide phénylisocrotonique en opérant ainsi : une prise d'essai de quelques centimètres cubes est neutralisée par l'acide acétique (on ajoute au besoin une petite dose de bicarbonate de potassium si la neutralité a été dépassée), en présence de l'excès d'iode qui doit subsister; on n'observe ni louche, ni précipité de lactone iodée. On peut, par des essais analogues faits au cours de l'opération, suivre la transformation progressive de l'acide phénylisocrotonique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 864, et t. CXLIII, 1906, p. 398.

Il ne reste plus qu'à aciduler nettement par l'acide chlorhydrique, à enlever l'excès d'iode par du bisulfite de sodium et à agiter avec l'éther.

Les rendements sont sensiblement quantitatifs.

L'acide est purifié finalement par dissolution à chaud dans la benzine (1^g dans 10^{cm^3} de benzine). On ajoute quelques gouttes d'eau. L'acide hydraté se sépare en presque totalité, les impuretés restent dissoutes.

J'ai identifié l'acide ainsi obtenu avec l'acide benzoylacrylique de von Pechmann (1) par le fait qu'il cristallise avec 1^{mol} d'eau (hydraté, il est blanc; anhydre, jaune), que son point de fusion est 65° à l'état hydraté, 95° à l'état anhydre (von Pechmann indique 64° et 96°), qu'il se décompose sous l'influence d'une solution de soude à l'ébullition en acétophénone et acide glyoxylique. Enfin, j'ai préparé l'acide benzoylacrylique par un autre procédé, et j'ai constaté que le mélange des acides des deux sources n'entraînait aucune variation du point de fusion (2).

D'autres propriétés non signalées jusqu'ici viennent encore à l'appui de la formule proposée.

L'oxydation par le permanganate de potassium alcalin donne de l'acide benzoïque et de l'acide oxalique; la réduction par l'amalgame de sodium fournit l'acide phényl-γ-oxybutyrique

$$C^6H^5 - CHOH - CH^2 - CH^2 - CO^2H.$$

L'acide bromhydrique et l'acide chlorhydrique donnent des composés d'addition fondant à 119° et 114°, et le premier, réduit par le zinc et l'acide acétique, donne l'acide benzoylpropionique

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - CO^2H.$$

L'acide benzoylacrylique produit encore un certain nombre de composés intéressants avec l'acide cyanhydrique (p. f. : hydraté 70°, anhydre 103°), avec l'aniline (p. f. : 127°), avec la pipéridine, etc.; j'y reviendrai plus tard.

II. La réaction qui donne naissance à l'acide benzoylacrylique peut s'écrire, en ne considérant que le produit final.

$$C^{10}H^{10}O^2 + 2O = H^2O + C^{10}H^8O^3.$$

(1) *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XV, 1882, p. 885.

(2) Je dois signaler, cependant, que j'ai trouvé pour le bromure de l'acide le point de fusion 149°, tandis que von Pechmann indique 135°. J'attribue cette différence à une purification insuffisante du bromure de von Pechmann.

On voit qu'ici la réaction est différente de celle que j'ai observée avec l'anéthol (¹) où l'action de l'acide hypoiodeux avait pour résultat final uniquement l'addition de 1^{at} d'oxygène à l'anéthol. Il est naturel de penser qu'ici 2^{mol} d'acide hypoiodeux doivent entrer en jeu successivement pour produire ce résultat, et en effet la quantité d'iode employée, légèrement supérieure à 4^{at}, s'accorde avec cette hypothèse. Mais le mécanisme des transformations reste pour le moment assez obscur. Il faudrait pouvoir saisir les produits intermédiaires; or, je n'en connais avec sûreté aucun, car il n'est même pas certain que l'acide $C^6H^5-CHOH-CHI-CH^2-CO^2H$, correspondant à la lactone iodée qui se forme avec le sel de sodium sans excès de carbonate alcalin, soit le point de départ de ces transformations.

III. En appliquant la même réaction à l'acide *p*.-méthoxyphénylisocrotonique $CH^3O-C^6H^4-CH=CH-CH^2-CO^2H$ j'ai obtenu un acide anhydre jaune, fondant vers 131° et qui doit être par analogie l'acide *p*.-méthoxybenzoylacrylique; n'en ayant préparé qu'une très petite quantité, je n'ai pu jusqu'ici vérifier cette formule.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques sels minéraux qui peuvent jouer le rôle de peroxydases.* Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

J'ai constaté que certains sels minéraux, à l'état de traces, peuvent produire des actions très voisines de celles qu'on observe avec les peroxydases. L'exemple le plus remarquable est fourni par le sulfate ferreux, lorsqu'on ajoute à sa solution très diluée de la teinture de gaïac, partiellement peroxydée par vieillissement.

On observe une coloration bleue très intense avec des solutions de sel à 100^{mg} par litre; mais la coloration est encore sensible avec une dilution à $\frac{6}{1000000}$ qui représente la limite de sensibilité de la réaction des sels ferreux avec le ferricyanure. Si l'on emploie de la teinture de gaïac fraîche, on n'obtient aucune coloration, à moins d'ajouter une trace d'eau oxygénée, et, dans ce cas, la réaction est encore intense dans une dilution de sulfate ferreux inférieure à $\frac{1}{1000000}$.

Cette réaction ressemble donc beaucoup à celle qu'on obtient si l'on emploie un extrait végétal renfermant une peroxydase, tel que la macération de malt, d'orge, de son, de froment, etc. Elle prend un intérêt parti-

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXV, 1902, p. 483 à 574.

culier du fait que les sels de fer, comme les peroxydases, sont très répandus chez les êtres vivants.

Pour faire disparaître cette propriété du sulfate ferreux, il suffit de chauffer sa solution diluée avec une trace d'eau oxygénée, c'est-à-dire de le transformer en sulfate ferrique, facilement décomposable à l'ébullition; ce sel, qui colore la teinture fraîche de gaïac en bleu, n'agit ni sur le gaïac frais, ni sur le gaïac vieilli, lorsqu'il a été soumis à l'ébullition.

Des doses très faibles d'acides minéraux suffisent pour empêcher la réaction produite par le sulfate ferreux, comme celle des peroxydases; la dose active d'acide est du même ordre de grandeur que celle du sulfate ferreux.

J'ai eu l'occasion d'observer un certain nombre de phénomènes dont le mécanisme se rapproche beaucoup de l'action du sulfate ferreux sur la teinture de gaïac peroxydée. Ainsi, de faibles doses de sulfate ferreux et d'autres sels, tels que les sulfates ferrique et cuivrique, sont capables, en présence de traces d'eau oxygénée, d'oxyder les matières colorantes. Parmi les dérivés de la houille, j'ai essayé en solution diluée le méthylorange, le bleu de méthylène, la fuchsine, qui sont décolorés à la température ordinaire par le sulfate ferreux, à 50° par le sulfate ferrique, à l'ébullition par le sulfate cuivrique. Le sulfate manganeux n'a pas d'action sensible. Le sulfate ferreux agit à la dose de 1^{mg} à 2^{mg} de sel anhydre dans 10^{cm^3} et les autres sels ont été employés à des doses équimoléculaires.

Ces phénomènes, qui se passent sans dégagement d'oxygène moléculaire, ne peuvent être mis sur le compte d'une action catalytique, car on ne les observe pas avec la mousse de platine et l'eau oxygénée agissant sur ces mêmes matières colorantes.

Les mêmes sels, à l'état de traces, peuvent exercer une action oxydante et liquéfiante rapide sur l'empois d'amidon, en présence de très faibles doses d'eau oxygénée, qui, seules, n'agissent qu'au bout d'un temps très long. L'activité spécifique de ces sels sur l'empois est autre que vis-à-vis des matières colorantes, le sulfate cuivrique se plaçant au premier rang.

Par exemple, pour liquéfier en 25 minutes, à 70°, dans les conditions de réaction optima, 50^{cm^3} d'empois d'amidon à 5 pour 100, il suffit de l'additionner de 2^{mg} de sulfate ferreux et d'une quantité d'eau oxygénée contenant $2^{mg},8$ d'oxygène actif. A dose équimoléculaire, le sulfate cuivrique a une activité double de celle du sulfate ferreux.

Le noir de platine et l'eau oxygénée n'ont pas plus d'effet sur l'empois d'amidon que sur les matières colorantes.

Comme dans le cas de la saccharification par l'amylase, étudié par

M. Fernbach et de la liquéfaction diastasique de l'empois, que j'ai étudiée avec lui, c'est le voisinage de la neutralité à l'orangé qui représente la réaction optima pour cette liquéfaction par les sels de fer.

ZOOLOGIE. — *Sur un type nouveau d'Annélide polychète.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au cours de sa Mission scientifique à Madagascar en 1905, M. F. Geay a recueilli, dans les récifs de Sarodrano (province de Tuléar), un type nouveau d'Annélide polychète tubicole, de caractères primitifs, qui doit être rangé dans la famille des *Sabellariens* Saint-Joseph (*Hermelliens* Quatrefages). L'extrémité antérieure du corps présente deux lobes latéraux épais creusés en avant d'une gouttière marginale peu profonde et séparés l'un de l'autre par deux échancrures dont les bords sont symétriques par rapport au plan médian; celle de la face ventrale est beaucoup plus grande que celle de la face opposée. Au fond de l'incision dorsale il existe une simple languette couverte de bandes transversales de pigment; c'est la partie libre du prostomium ou lobe céphalique fusionnée en arrière avec les parties latérales. De part et d'autre de ce dernier se montrent deux puissants crochets limbés asymétriques; extérieurement à ceux-ci et sensiblement sur le même plan, on voit par transparence deux grosses soies ou palées à appendices latéraux disposés suivant le mode penné; au-dessous des précédents, de chaque côté, est une rangée de cinq palées aciculaires incurvées vers la face ventrale et dont on n'aperçoit que les pointes. En arrière, on discerne, à travers la paroi du corps, les extrémités de deux autres crochets se regardant par leurs pointes recourbées l'une vers l'autre : ce sont des crochets de remplacement.

Sur la face ventrale, le prostomium porte en avant un court tentacule impair. On remarque sur les bords de l'échancrure de petites languettes très espacées, grêles, auxquelles correspondent autant de bourrelets transversaux sur la face interne des lobes. Ceux-ci, après s'être mis au contact sur la ligne médiane, s'écartent à nouveau l'un de l'autre pour circonscrire l'orifice buccal. Le premier faisceau ventral est situé au niveau où les lobes, après s'être affrontés, se séparent de nouveau pour former le bourrelet encadrant la bouche. Un peu en arrière du sillon qui délimite dorsalement les lobes antérieurs, est un bouquet très ténu de soies extrêmement fines; ce premier faisceau dorsal correspond au second sétigère ventral et non au premier qui, en apparence au moins, n'a pas son équivalent sur la face dorsale. Les soies de ces trois premières

paires de faisceaux sont très délicates; elles portent latéralement de longues et fines barbules.

En arrière du premier faisceau dorsal il y a trois autres faisceaux composés chacun d'un mamelon sétigère bien développé surmonté d'une branchie cirriforme étroite et relativement courte. Le faisceau sétigère est compact et constitué par des soies de deux sortes : les plus grandes sont élargies en spatule à leur extrémité; le bord libre de cette partie dilatée est un peu déchiqueté de part et d'autre de la pointe terminale médiane; les autres sont plus étroites, un peu incurvées dans leur région distale qui est garnie d'appendices courts et durs offrant une disposition pennée. Les faisceaux ventraux correspondant aux précédents sont composés de soies des mêmes types que les dorsales, mais de taille réduite.

Ces cinq premiers segments forment la première partie du corps ou thorax; la seconde ou abdomen, qui compte vingt-trois sétigères, est assez profondément excavée sur la face ventrale. Chacun des parapodes abdominaux comprend une branchie cirriforme, une pinnule et un faisceau ventral. Les branchies, un peu plus grandes que celles du thorax, conservent cependant des dimensions médiocres. Les pinnules, qui deviennent très saillantes dans la partie postérieure de l'abdomen, portent sur leur bord libre des plaques onciales étroites dont le profil denté, légèrement convexe, possède sept dents recourbées se recouvrant partiellement l'une l'autre. Les faisceaux ventraux ne se composent chacun que de quelques soies arquées terminées en une longue pointe acérée et garnies latéralement de sortes d'écailles qui ne s'insèrent pas exactement au même niveau des deux côtés.

La partie postérieure ou région caudale, coudée sur la précédente, n'offre ni appendice, ni indice de segmentation; l'extrémité distale où débouche l'anus est divisée en lobes séparés les uns des autres par de légers sillons.

Bien que l'Annélide décrit ci-dessus soit dépourvu de la couronne operculaire si caractéristique des Sabellariens, il se place néanmoins dans cette famille. La grande palée barbelée et les deux crochets saillants correspondent à la rangée externe de palées de l'opercule des Sabellariens normaux, qui se trouve réduite ici à sa plus simple expression; les autres palées représentent la rangée interne, d'ordinaire beaucoup plus développée. Il y a par conséquent ici l'indication d'une double rangée de palées dont l'externe possède des crochets. C'est donc du genre *Pallasia* Quatrefages que le Polychète en question s'éloigne le moins.

Ce Sabellarien, qui diffère beaucoup plus des autres genres de la même famille que ceux-ci ne diffèrent entre eux, doit être considéré comme le type d'un nouveau genre pour lequel je propose, en raison de ce que l'opercule rudimentaire est caché par les lobes qui le portent, le nom de *Cryptopomatus* (de κρύπτω, cacher, πῶμα, ατος, opercule). Le mode d'existence de ce Sabellarien de Madagascar est semblable à celui des autres types de la même famille; aucun indice ne permet de supposer qu'il a subi une ré-

gression. Il offre un intérêt spécial, parce qu'avec ses caractères primitifs il vient jeter quelque lumière sur l'évolution et sur la morphologie si singulière et si controversée de la partie antérieure paléigère des types de la même famille.

MÉDECINE. — *Oculo-reaction et non-accoutumance à la tuberculine.* Note de M. **H. Vallée**, présentée par M. Roux.

Depuis le jour où j'ai montré que la réaction de Wollf-Eisner est applicable au diagnostic de la tuberculose bovine, divers travaux ont été publiés, qui établissent le réel intérêt pratique de cette méthode.

Et déjà nous avons acquis la certitude qu'en ce qui concerne le diagnostic de la tuberculose bovine, le procédé de l'oculo-réaction ne possède point la valeur si complète de la méthode de tuberculinisation par voie sous-cutanée. Irr et Claude, Morel, ont en effet établi que certains animaux qui réagissent à l'injection hypodermique de tuberculine ne donnent pas d'oculo-réaction.

Le parallélisme entre les résultats des deux systèmes d'utilisation de la tuberculine n'est d'ailleurs point absolu. Si, le plus souvent, les sujets qui réagissent violemment à la tuberculine administrée par voie hypodermique fournissent de vives oculo-réactions, celles-ci peuvent faire défaut chez des animaux dans les mêmes conditions; ni les doses fortes, ni le procédé indiqué plus loin ne suffisent à surmonter cette indifférence à l'oculo-réaction. Enfin, on voit des animaux de diverses espèces, qui ont fait l'objet de tentatives d'immunisation contre la tuberculose, ne point réagir à la tuberculine par voie sous-cutanée tandis qu'ils donnent de belles oculo-réactions.

Bref, les choses se passent comme si les causes intimes qui permettent l'oculo-réaction n'étaient point identiques à celles qui déterminent la réaction thermique dans le cas d'injection sous-cutanée de tuberculine. J'ai d'ailleurs indiqué, fait confirmé depuis par divers observateurs, que l'oculo-réaction ne fournit pas de réaction thermique.

Il m'a paru intéressant de considérer l'oculo-réaction dans ses rapports avec l'inoculation sous-cutanée de tuberculine. A ce point de vue les faits suivants concernant la tuberculose bovine sont établis : il n'y a point impossibilité à associer la recherche de la réaction oculaire et l'utilisation de la tuberculine par injection hypodermique (Vallée); l'inoculation hypoder-

mique de la tuberculine, dans les jours qui suivent la recherche d'une oculo-réaction, provoque la reviviscence de celle-ci (Guérin, Morel).

J'ai recherché tout d'abord s'il se fait chez un même animal de l'accoutumance, ou au contraire une sensibilisation, au cours des oculo-réactions successives dont il est l'objet.

Disposant de huit Bovidés affectés de tuberculose, qui n'avaient jamais subi aucune tentative d'oculo-réaction ou de tuberculinisation par voie sous-cutanée, j'ai procédé sur eux à quatre oculo-réactions en série dans l'espace de 19 jours. Chez tous ces animaux la réaction a été recherchée par instillation d'une goutte de tuberculine brute dans un même œil pour les trois premières opérations : chez tous et dans toutes les recherches, la réaction a été positive et progressive en intensité. La dernière instillation effectuée, qui représentait $\frac{1}{10}$ de goutte de tuberculine brute, a fourni une réaction d'intensité au moins égale à la précédente et d'une netteté infiniment supérieure à celle qu'on obtient d'emblée par l'instillation de cette dose chez un sujet neuf.

Il se fait donc, au cours de ces instillations successives, une véritable sensibilisation de l'œil sollicité. A la fin de la série des épreuves l'œil non réactionné a conservé la sensibilité première à l'oculo-réaction.

La sensibilisation de l'œil ne s'effectue nullement chez des sujets indemnes de tuberculose, car j'ai pu soumettre six veaux très jeunes et autant de lapins à des instillations en série d'une grosse goutte de tuberculine brute sans jamais relever chez ces animaux la plus légère réaction oculaire.

La sensibilisation par le procédé sus-indiqué reste, semble-t-il, impuissante à provoquer l'apparition de la réaction chez des sujets tuberculeux qui ne fournissent pas d'emblée l'oculo-réaction alors qu'ils réagissent à la tuberculine injectée sous la peau. Je possède ainsi deux Bovidés qui réagissent vivement à la tuberculine et ne m'ont jamais donné d'ophtalmodiagnostic positif.

Une longue expérience nous a montré que chez les Bovidés tuberculeux les injections sous-cutanées de tuberculine, pratiquées dans un but de diagnostic, ne donnent, lorsqu'on les effectue selon la même technique, de résultats positifs chez un même animal qu'autant qu'un bon mois sépare deux injections successives. J'ai indiqué qu'en effectuant les tuberculinisations secondes à dose double et qu'en relevant les températures dès l'injection on peut cependant répéter, à quelques jours d'intervalle et avec un plein succès, les épreuves de tuberculine. Le procédé a l'intérêt de permettre de déjouer la fraude qui consiste à présenter à la vente, ou aux postes sanitaires à la frontière, des Bovidés tuberculeux tout récemment tuberculinisés dans le but d'enrayer la constatation de la maladie lors d'une

nouvelle tuberculinisation effectuée pour le compte de l'acheteur, ou par le vétérinaire inspecteur.

L'ophtalmo-diagnostic s'offre à nous comme un moyen nouveau de démasquer ces fraudes.

La réaction oculaire est, en effet, toujours obtenue chez les animaux qui se montrent aptes à fournir l'oculo-réaction, malgré les injections hypodermiques préalables de tuberculine.

A 48 heures d'intervalle, j'ai obtenu chez dix Bovidés, tous tuberculeux, des réactions typiques à la tuberculine inoculée sous la peau, puis des oculo-réactions parfaites.

Mieux encore que le procédé de l'inoculation d'une dose double de tuberculine suivi du relevé hâtif des températures, l'oculo-réaction paraît apte à déjouer la fraude dans les ventes ou les importations d'animaux tuberculeux et il importe d'étudier, dès aujourd'hui, largement la valeur de la nouvelle méthode à ce point de vue spécial, l'ophtalmo-diagnostic étant utilisé seul ou de concert avec l'injection hypodermique de tuberculine.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur une piroplasmose bacilliforme observée sur les bovins des environs d'Alger.* Note de MM. **H. Soulié** et **G. Roig**, présentée par M. Laveran.

En étudiant les maladies des bovins des environs d'Alger, nous avons trouvé une piroplasmose se rapprochant de celle que plusieurs auteurs ont récemment décrite et que M. Laveran a désignée sous le nom de *piroplasmose bacilliforme*.

Nous aurons en vue, dans cette Note, l'étude du parasite.

Le nombre d'hématies parasitées est des plus variables; chez certains sujets, on rencontre un globule parasité sur quatre ou cinq, tandis que chez d'autres il est nécessaire de prolonger longuement l'examen avant de découvrir un piroplasme. L'abondance des parasites n'est pas toujours en rapport avec la gravité de l'affection; il n'est pas rare de rencontrer des cas se terminant par la mort avec une très faible proportion d'hématies parasitées. Lorsque la maladie passe à l'état chronique, les piroplasmes persistent dans le sang circulant; nous avons constaté leur présence pendant plus de sept mois chez une vache encore en cours d'observation. Les hématies parasitées ne sont pas hypertrophiées; leur protoplasme se colore exactement comme celui des hématies voisines. Certains sujets présentent des granulations

basophiles sphériques, volumineuses, au nombre de 10 à 15 par globule rouge; en général, les globules montrant ces granulations ne sont pas parasités. Les leucocytes ne contiennent pas de pigment mélanique.

Il n'existe d'ordinaire qu'un parasite par globule rouge. Cependant, certains en renferment deux, trois et même quatre; nous n'avons jamais observé un chiffre supérieur. Chez un bœuf kabyle, riche en parasites, nous avons compté sur 100 globules rouges envahis :

1 seul piroplasme	par globule	....	66 fois
2 piroplasmes	»	....	31 »
3 »	»	....	2 »
4 »	»	....	1 »

Au point de vue de leur structure, les parasites présentent une partie chromatique prenant une teinte rouge violet, une partie protoplasmique se colorant en bleu, et une vacuole tantôt volumineuse occupant une position intermédiaire entre la chromatine et le protoplasme, tantôt de dimensions restreintes, complètement entourée par la chromatine, absente dans certains cas.

Les parasites sont polymorphes. Nous pouvons ramener les modalités qu'ils revêtent à trois types : piriforme, bacilliforme, annulaire.

Le *type piriforme* ressemble au *Piroplasma bigeminum;* il s'en différencie par sa taille beaucoup plus petite ainsi que par la présence presque constante d'un seul individu par globule. Les plus gros spécimens ont de 2^{μ} à 3^{μ} de long, soit un peu moins du rayon du globule-hôte; leur plus grande largeur ne dépasse pas $1^{\mu},5$.

La chromatine occupe généralement la grosse extrémité; elle prend la forme d'un fer à cheval dont la concavité sert à loger la lacune; quelquefois elle occupe l'extrémité pointue. Le protoplasme prend difficilement une coloration bleu pâle. Entre la chromatine et le protoplasme, la lacune incolore est rarement absente. On rencontre aussi des formes ressemblant à un clou dont la tête sphérique constituée par de la chromatine se colore fortement en rouge violet tandis que la pointe beaucoup plus longue, tantôt rectiligne et cylindrique, tantôt flexueuse et effilée, composée de protoplasme, prend une belle coloration bleue. Il arrive que la tête ne se colore pas uniformément en rouge violet. La chromatine est réduite à un mince filet en forme d'anneau entourant une vacuole claire, tandis que le protoplasme se prolonge sous forme de bâtonnet. Les dimensions de ces éléments en clou ou en épingle sont des plus variables; les plus gros spécimens atteignent 3^{μ} de long; certains de ces parasites ressemblent au bacille tétanique sporulé.

Le *type bacilliforme* a l'aspect d'un mince bâtonnet de dimensions variables. Tantôt le diamètre est uniforme d'un bout à l'autre ; tantôt on trouve une extrémité légèrement renflée, l'autre extrémité effilée. La longueur dépasse celle du type en poire et peut atteindre 4^{μ} à 5^{μ}; la largeur est inférieure et voisine de 1^{μ}. La chromatine occupe

environ la moitié de la longueur, l'autre moitié étant occupée par le protoplasme. Généralement la coloration de la chromatine est uniforme; on observe pourtant parfois une lacune allongée, incolore, bordée par un mince filet chromatique. Chez quelques individus la chromatine s'est condensée à l'extrémité; le protoplasme s'incurve et le parasite prend l'aspect d'une mince virgule. Généralement, le parasite est droit; il n'est pas rare de trouver des individus coudés, l'une des branches étant colorée en rose violet, l'autre branche en bleu.

Le *type annulaire* est circulaire ou cunéiforme. Cette dernière disposition peut s'accentuer et passer par des transitions insensibles à la forme en poire. Les dimensions sont des plus variables. Les plus gros échantillons ont un diamètre égal à la plus grande largeur des types piriformes; chez les plus petits il est inférieur à 1^{μ}; dans ce dernier cas l'aspect est celui d'un microcoque constitué par une boule de chromatine accompagnée d'une mince zone de protoplasme souvent très difficile à apercevoir. La disposition la plus commune prise par la chromatine est celle d'un gros croissant à extrémités mousses. Le protoplasme continue l'arc chromatique pour circonscrire d'une façon complète ou incomplète une lacune sphérique centrale.

Nous avons observé quelque rares parasites à différents stades de division longitudinale.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JANVIER 1908.

Collège de France. *Marcelin Berthelot,* 1827-1907, par E. LEVASSEUR, Administrateur du Collège de France. (Extrait de l'*Annuaire du Collège de France.*) Paris, Ernest Leroux, 1907; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Cahiers du Service géographique de l'Armée, n° 27. *Topographie d'exploration*, par le général BERTHAUT. Paris, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1907; 1 fasc. in-8°.

Étude sur le climat et sur les habitants du midi de l'Europe et du nord de l'Afrique, I, par JULES MAISTRE. Clermont-l'Hérault, 1901; 1 fasc. in-8°.

Le climat du bassin occidental de la Méditerranée et la vie moderne à la ville et à la campagne, par JULES MAISTRE. Clermont-l'Hérault, 1903; 1 fasc. in-8°.

Mœurs et coutumes kabyles [par JULES MAISTRE]. Montpellier, 1905; 1 fasc. in-12.

L'Europe et le Sahara, par JULES MAISTRE. Montpellier, 1907; 1 fasc. in-12.

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'Hygiène et de Salubrité de la Loire-Inférieure pendant l'année 1906. Nantes, 1907; 1 vol. in-8°.

Eclipse total de Sol del 30 *de agosto de* 1905. *Observaciones por la Section astronomica del Observatorio de Cartuja* (*Granada*), dirigido por Padres de la Compania de Jesus. Grenade, 1905; 1 vol. in-8°.

Le nuove vedute sull' intima struttura della materia, per AUGUSTO RIGHI. Bologne, 1907; 1 fasc. in-8°.

Studien über Formaldehyd. II. Mitteilung. *Die festen Polymeren des Formaldehyds,* von FRIEDRICH AUERBACH und HERMANN BARSCHALL. Berlin, Julius Springer, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage des auteurs.)

Die Lösung der Geschlechtsrätsel im Bienenstaat, von FERD. DIECKEL. Darmstadt, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Procédé de momification intégrale des cadavres, par GIOVANNI CHIARELLA. Rome, 1907; 1 fasc. in-8°.

Frammento epistolare di Giacinto Cestoni sull' animalità del Corallo, pub. per G.-B. DE TONI. Padoue, 1907; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JANVIER 1908.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances; 2e série, t. IV, Session de 1907. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Atlas météorologique pour l'année 1906, *d'après vingt-deux stations françaises,* par G. EIFFEL. Paris, L. Maretheux, 1907; 1 vol. in-f°. (Présenté par M. Mascart. Hommage de l'auteur.)

Statistique générale de la France. *Salaires et durée du travail, coût de la vie, pour certaines catégories d'ouvriers en* 1906. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-8°. (Offert par M. le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale.)

Tables numériques et logarithmiques à l'usage des chimistes, par D.-E. TSAKALOTOS et ERIC METTLER. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-12. (Hommage des auteurs.)

La Radiologie, physiciens et médecins, par MAXIME MÉNARD, Paris, 1907; 1 fasc. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, t. L. Paris, les fils Rozier, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France; t. XXXI. Paris, 1906; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France, année 1906; t. XIX. Paris, 1906; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; 2e série, t. IX, 1905-1906. Châlons-sur-Marne, 1907; 1 vol. in-8°.

The microscopy of technical products, by T.-F. HANAUSEK, revised by the author and translated by ANDREW L. WINTON, with the collaboration of KATE G. BARBER, with 276 illustrations, first edition, first thousand. New-York, John Wiley et fils; Londres, Chapman et Hall, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ergebnisse der Arbeiten des königlich-preussischen aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg, im Jahre 1906; Bd. II, mit drei Tafeln und vier Textfiguren, herausgegeb. v. Dr RICHARD ASSMANN. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1907; 1 vol. in-4°.

Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen, von H. GERDIEN, mit 4 Tafeln. Berlin, Weidmann, 1907; 1 fasc. in-4°.

Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendel-Expedition der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen in deu Jahren 1899 *und* 1900, ausgeführt von HANS GLAUNING und ERNST KOHLSCHUTTER, bearbeitet von Dr ERNST KOHLSCHUTTER; Bd. I: *Verlauf und Ausrüstung der Expedition. Höhenmessungen;* mit 16 Tafeln und 8 Figuren im Text. Berlin, Weidmann, 1907; 1 vol. in-4°.

Benjamin Franklin and the first balloons, by ABBOTT LAWRENCE ROTCH. Worcester, Massachusetts, 1907; 1 fasc. in-8°.

Did Benjamin Franklin fly his electrical kite before he invented the lightning rod? by ABBOTT LAWRENCE ROTCH. Worcester, Mass., 1907; 1 fasc. in-8°.

Chemistry of flesh further studies on the application of folin's creatin and creatinin method to meats and meat extracts, by A.-D. EMMET and H.-S. GRINDLEY. Baltimore, 1907; 1 fasc. in-8°.

Organiczna preparatyka chemiczna, przez BRONISLAW PAWLEWSKI. Lemberg, 1908; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 décembre 1907.)

Note de MM. *L. Pelet-Jolivet* et *N. Andersen*, Sur l'influence des acides et des bases sur la fixation de colorants acides et basiques par la laine :

Page 1340, dernière ligne, *au lieu de* laine séchée à 110°, *lisez* laine séchée à 80°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant le Tome VI des *Observations faites au cercle méridien en* 1906 *à l'Observatoire d'Abbadia,* publiées par l'abbé Verschaffel, s'exprime en ces termes :

Ce sixième Volume renferme 15497 observations méridiennes complètes, c'est-à-dire portant sur les deux coordonnées, faites en 1906.

Les observations sont suivies de deux Catalogues qui donnent la moyenne des observations faites sur chaque étoile.

Le premier Catalogue contient les étoiles de repère de la zone photographique de Paris; le second, les étoiles de repère de la zone photographique d'Alger.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'émission des fluorines.* Note de M. **Henri Becquerel.**

Dans la dernière séance, M. A. Dufour (¹) a présenté une Note très intéressante sur la manifestation du phénomène de Zeeman avec le spectre du fluorure de calcium. Ce travail met en évidence deux faits importants :

1° La manifestation dans un spectre d'émission des deux phénomènes inverses qui ne se produisent pas dans les spectres des vapeurs métalliques, mais qu'on rencontre fréquemment avec les spectres d'absorption des

---

(¹) A. Dufour, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 118.

terres rares contenues dans certains cristaux ([1]), où l'influence d'un champ magnétique accélère dans certaines bandes et ralentit dans d'autres la période de mouvements vibratoires circulaires de même sens. Cet effet peut s'expliquer en admettant la présence simultanée d'électrons chargés d'électricité soit positive, soit négative.

2° La modification, sous l'action d'un champ magnétique, de certaines bandes qui présentent la constitution propre aux spectres de bandes de divers gaz, spectres qui, d'après nos observations avec M. Deslandres ([2]), ne manifestent pas le phénomène de Zeeman dans les limites d'intensité des champs magnétiques employés jusqu'ici.

Les particularités observées par M. A. Dufour me semblent correspondre à la présence de terres rares dans la source incandescente.

Si l'on examine avec un spectroscope la flamme d'un brûleur à gaz dans laquelle on introduit, au bout d'un fil de platine, un petit fragment de fluorine, on observe un spectre de bandes analogue à ceux qu'émettent par phosphorescence les fluorines, soit dans le phosphoroscope, sous l'influence de la lumière, soit lorsqu'on les échauffe ([3]), soit lorsqu'on les excite par des rayons cathodiques.

En juxtaposant dans le spectroscope l'un de ces derniers spectres avec le spectre de la flamme en question, on observe la coïncidence de plusieurs groupes de bandes, et l'absence de certaines autres dans le spectre de la flamme.

On sait que, suivant les conditions de l'excitation de la phosphorescence des fluorines, les groupes dont se composent les spectres se résolvent en bandes plus ou moins fines, et l'inégale durée de la persistance des diverses bandes, de même que leur présence ou leur absence dans certains échantillons, révèle la diversité des éléments qui donnent naissance à ces bandes.

M. G. Urbain ([4]) a identifié un grand nombre des bandes de ces spectres avec celles que donnent diverses terres rares qu'il a obtenues dans un état de grande pureté.

En se reportant à cette identification on reconnaît que les groupes principaux qui constituent presque exclusivement le spectre émis par la flamme d'un brûleur, alimenté par une soufflerie, et dans laquelle est placé un

---

([1]) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 874.

([2]) Henri Becquerel et H. Deslandres, *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 18.

([3]) Henri Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXII, 1891, p. 557.

([4]) G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 825.

fragment de fluorine, correspondent aux groupes qui appartiennent aux éléments suivants :

Un groupe rouge (λ. $628^{\mu\mu}$-$618^{\mu\mu}$) et deux groupes verts (λ. $555^{\mu\mu}$-$553^{\mu\mu},5$ et $552^{\mu\mu},5$-$551^{\mu\mu},2$) au terbium ; un groupe orangé (λ. $607^{\mu\mu}$-$602^{\mu\mu}$) au samarium. Quand l'expérience se prolonge quelques minutes le dernier groupe s'affaiblit considérablement au point de disparaître, et les groupes du terbium restent seuls très lumineux. Quand la température de la flamme est assez élevée on voit faiblement un groupe jaune (λ. $587^{\mu\mu}$-$583^{\mu\mu}$) qui correspond à des bandes du dysprosium.

On trouve encore, dans le même spectre, une bande rouge (λ. $649^{\mu\mu}$-$643^{\mu\mu}$) et une bande vert bleuâtre (λ. $536^{\mu\mu}$-$530^{\mu\mu}$), très intense au commencement de l'expérience, mais qui disparaît rapidement. Ces bandes, qu'on rencontre dans les spectres de phosphorescence de plusieurs fluorines, n'ont pas été identifiées.

Lorsqu'on fond la fluorine dans l'arc électrique, le spectre présente avec beaucoup d'éclat les bandes précédentes.

M. Ch. Fabry ([1]) les a étudiées et a montré que les bandes fines dont elles se composent se succèdent suivant la loi établie par M. Deslandres.

Enfin on reconnaît que de très nombreuses bandes des spectres de phosphorescence des fluorines manquent dans le spectre de la flamme.

Ces coïncidences entre les bandes des divers spectres, les inégalités dans leur apparition suivant la température permettent de penser que le spectre de la fluorine dans la flamme est un spectre de terres rares. D'autre part, la matière, au bout de quelques instants de calcination, brille de cette incandescence particulière caractéristique du manchon d'un bec Auer et présente parfois des parties d'un vert très vif.

Ainsi, en chauffant les fluorines, la présence de certaines terres rares qu'elles renferment se manifeste dans la flamme à des températures inégalement élevées, et ce procédé peut être appliqué à l'analyse spectrale et à la recherche des éléments de ces terres.

Enfin on doit rappeler que Bœhr et Bunsen ([2]) ont montré que l'erbine et le didyme, c'est-à-dire les mélanges des terres rares en question, émettent par incandescence un spectre de bandes semblable à leur spectre d'absorption.

Sans insister plus longuement sur les déductions qu'on peut tirer de

---

([1]) Ch. Fabry, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1581.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, 1866, p. 484.

l'identité des spectres émis dans les différentes conditions que nous venons de mentionner, il paraît en résulter que le groupe orangé sur lequel a expérimenté M. Dufour appartient à un spectre de terres rares, et cette constatation rend compte de la similitude entre les phénomènes qu'il a observés et ceux que présentent les spectres d'absorption des mêmes éléments. Il convient en outre de rappeler que la grandeur du phénomène de Zeeman, dans les spectres d'absorption que présentent ces terres dans les cristaux, est indépendante de la température (¹).

L'expérience de M. A. Dufour montre en outre que la cause qui régit la loi de succession des bandes dans les spectres de certains gaz n'est pas celle qui s'oppose à la manifestation du phénomène de Zeeman, puisque les bandes de terres rares se succédant suivant la même loi sont sensibles au champ magnétique. L'explication de l'insensibilité de certains spectres de bandes gazeux doit donc être recherchée dans une autre propriété de la molécule.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur un fragment, inconnu jusqu'ici, de l'*Opus tertium *de Roger Bacon.* Note de M. **P. Duhem.**

Je demande à l'Académie la permission de lui signaler un document, fort important pour l'histoire des Sciences au XIIIe siècle, qui paraît avoir échappé jusqu'ici à l'attention des érudits.

Le beau manuscrit conservé à la Bibliothèque Nationale sous le n° 10264 (fonds latin) provient de la bibliothèque de Louis XIV. Il contient une série de pièces sur diverses Sciences, toutes copiées à Naples, en la seconde moitié du XVe siècle, par Arnaud de Bruxelles.

L'une de ces pièces a été transcrite par le copiste, comme il nous l'apprend lui-même, d'après un manuscrit en mauvais état et dont la fin manquait. Terminée le 14 décembre 1476, cette copie s'étend du fol. 186, recto, au fol. 226, recto; elle occupe donc 81 grandes pages.

L'Ouvrage qu'elle reproduit porte ce titre : *Liber tertius Alpetragii. In quo tractat de perspectiva: De comparatione scientie ad sapientiam. De motibus corporum celestium secundum ptolomeum. De opinione Alpetragii contra opinionem ptolomei et aliorum. De scientia experimentorum naturalium. De scientia morali. De articulis fidei. De Alkimia.*

(¹) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1336.

Ce titre, qui est en même temps un sommaire, est fort exact, sauf en ce qui concerne le nom de l'auteur. L'écrit en question n'est nullement de l'astronome arabe Al Bitrogi (Alpetragius); une bonne partie de cet écrit est consacrée à une comparaison entre le système astronomique d'Al Bitrogi et le système de Ptolémée. Une lecture, même superficielle, de l'Ouvrage révèle aussitôt qu'il est de Roger Bacon; les indications que l'auteur donne lui-même, à maintes reprises, nous apprennent en outre qu'il est un fragment de l'*Opus tertium*.

Ce fragment n'a aucune partie commune avec le fragment considérable de l'*Opus tertium* que J.-S. Brewer a publié à Londres, en 1859, dans le Volume intitulé : *Fr. Rogeri Bacon Opera quœdam hactenus inedita*. Dans l'Ouvrage complet, il prenait place, médiatement ou immédiatement, après le fragment publié par Brewer, auquel il renvoie à plusieurs reprises.

Il ne nous semble pas que le fragment dont nous venons de parler ait été signalé par aucun des érudits qui ont entrepris l'étude des écrits de Bacon; son attribution à Alpetragius le leur a dissimulé.

Nous ne saurions indiquer ici tous les renseignements que l'on peut tirer de ce document nouveau, soit pour l'histoire de la Physique au XIII^e siècle, soit pour la mise en ordre des écrits déjà connus de Roger Bacon. Nous joindrons quelques-uns de ces renseignements à la publication, que nous comptons faire bientôt, de ce *Liber tertius Alpetragii*.

Il est une seule remarque que nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre. La pièce nouvelle fixe la réponse à une question souvent débattue : Bacon connaissait-il la composition de la poudre à canon? Dans l'*Opus majus*, il parlait d'une poudre explosive qui se formait au moyen du salpêtre. Dans le *De mirabili potestate artis et naturœ*, publié en 1542, à Paris, par Oronce Finée, parmi d'autres énigmes alchimiques, il enseigne en ces termes (fol. 52) un moyen d'imiter le tonnerre et les éclairs : « Salis petræ luru vo po vir can utriet sulphuris »; ce qui veut dire, paraît-il, *salispetrœ carbonum pulvere et sulphuris* [1]; mais le Livre édité par Oronce Finée n'est qu'une reproduction très fautive de la lettre : *De secretis operibus artis et naturœ, et de nullitate magiœ*, dont Brewer a publié le texte dans l'Ouvrage déjà mentionné; or ce texte correct parle bien (p. 536) de la poudre explosive, mais n'indique nullement, même sous

(1) ÉMILE CHARLES, *Roger Bacon, sa vie, ses ouvrages, ses doctrines*, Paris, 1861, p. 299.

forme d'énigme, quelle en est la composition; il est donc permis de suspecter l'authenticité de la formule donnée du *De mirabili potestate*.

Au contraire, le texte que nous avons étudié ne nous permet plus de douter que Bacon n'ait connu la poudre à canon. Au recto du folio 213, sous ce titre : *De la poudre des Lombards*, il reproduit ce qu'il a dit en l'*Opus majus* des propriétés explosives de cette poudre; mais il nous apprend en outre qu'elle est connue dans les diverses parties du monde, et qu'elle se compose de salpêtre, de soufre et de charbon de saule : « *Exemplum est puerile de sono et igne qui fiunt in mundi partibus diversis per pulverem salis petræ, et sulphuris, et carbonum salicis.* »

Le rapprochement des termes dont Bacon se sert pour décrire les effets de la poudre explosive en la lettre *De secretis operibus naturæ*, en l'*Opus majus* et en l'*Opus tertium* montre qu'il s'agit bien, dans ces trois écrits, de la même poudre. Or la lettre *De secretis operibus naturæ* paraît avoir été écrite à Guillaume d'Auvergne, évêque de Paris, qui mourut en 1248 ou en 1249. Il semble donc que les propriétés explosives de la poudre noire fussent connues, en France et en Angleterre, avant le milieu du XIII^e siècle; en tous cas, en 1267, l'*Opus tertium* en faisait connaître la composition.

PALÉONTOLOGIE. — *L'histoire géologique et la phylogénie des Anthracothéridés*. Note de M. **Charles Depéret**.

J'ai exposé antérieurement (*Comptes rendus*, 5 juin et 3 juillet 1905) les lois qui régissent l'évolution des Mammifères tertiaires et les principes directeurs dans l'étude méthodique de cette évolution. Je me propose aujourd'hui d'appliquer ces principes à l'histoire et à la phylogénie de l'importante famille des *Anthracothéridés*.

Cette famille éteinte de Paridigités Suilliens, à dentition intermédiaire entre les types *bunodonte* et *sélénodonte*, est surtout répandue dans l'Éocène, l'Oligocène et le Miocène d'Europe; on en trouve quelques rares représentants dans l'Inde et l'Amérique du Nord.

On peut la diviser en deux groupes, d'après la tendance *bunodonte* ou, au contraire, *sélénodonte* des molaires.

1° Groupe Bunodonte, dont le type est le grand genre *Anthracotherium* à dentition à la fois *brachyodonte* et *bunodonte*. J'y distinguerai cinq *rameaux phylétiques* parallèles.

Premier rameau. — Genre *Anthracotherium* Cuv. (*s. stricto*). Rameau à

évolution rapide, dont les *mutations* augmentent de taille graduellement. Il débute *brusquement* par une forme de taille moyenne (m^3 sup. $= 19^{mm}$-24^{mm}), l'*A. dalmatinum* v. Meyer, de l'Éocène supérieur de Monte Promina (Dalmatie). Les caractères sur lesquels Teller sépare le genre *Prominatherium* des *Anthracotherium :* crâne plus effilé, museau non dilaté, arcades zygomatiques moins épaisses et moins écartées, direction oblique et non perpendiculaire de la cavité glénoïde, me paraissent répondre à une adaptation à un régime de plus en plus omnivore et n'empêchent pas de voir dans le *Prominatherium* la forme ancestrale probable des vrais *Anthracotherium*. Le rameau continue dans le Sannoisien par une espèce un peu plus forte (m^3 supér. $= 32^{mm}$), l'*A. alsaticum* Cuv. de Lobsann et des Hempstead beds, qui se retrouve dans les phosphorites, associée à des molaires de taille plus faible, comblant l'intervalle entre les *A. dalmatinum* et *alsaticum*. Plus haut se montrent les formes de grande taille, l'*A. magnum* Cuv. (m^3 supér. $= 43^{mm}$-55^{mm}) de Cadibona, qui se retrouve à tous les niveaux du Stampien, en France, en Allemagne, en Italie, aux Baléares, et dont l'*A. illyricum* Teller de Trifail (Styrie) n'est sans doute qu'une *race régionale*. Enfin le rameau se termine par l'*A. valdense* Kow. de l'Aquitanien inférieur de Rochette (Vaud), forme géante (m^3 supér. $= 55^{mm}$-58^{mm}), caractérisée par un talon supplémentaire de m^3 inférieure, une denture antérieure très puissante, et qui forme l'ultime *mutation*, très spécialisée, d'un rameau qui s'éteint ensuite sans descendance.

Deuxième rameau. — Microbunodon n. g.; type *Anthracotherium Laharpei* Renevier. Ce rameau, encore mal suivi dans son évolution, comprend de petites formes à dentition *brachybunodonte*, comme celles du premier rameau. L'espèce type de Rochette, connue seulement par ses molaires supérieures ($m^3 = 20^{mm}$) portait de longues canines aplaties, traguliformes, qui distinguent bien les *Microbunodon* de tous les autres Anthracothéridés. Il est possible que l'*A. Sandbergeri* v. Meyer, des lignites aquitaniens de Gusternhain (Westerwald), connu seulement par ses molaires inférieures, appartienne à la même espèce ou à une mutation du même rameau.

Troisième rameau. — Microselenodon n. g.; type *Anthracotherium minimum* Cuvier. Rameau formé également de petites espèces, remarquables par le type *brachysélénodonte* des M, surtout aux denticules internes des M supérieures et aux denticules externes des inférieures. Ces caractères sont probablement corrélatifs de différences importantes du crâne et du squelette. Leur ligne d'évolution est peu connue : le *M. minimum* ne débute que dans le Stampien, et se continue sans changement notable dans l'*A.*

breviceps Troschel de l'Aquitanien de Rott (m^3 infér. $= 20^{mm}$ dans le premier, 23^{mm} dans le second).

A côté du type, on trouve dans le Stampien une espèce un peu plus forte, l'*A.* (*Microselenodon*) *minus* Cuv. de Cadibona (m^3 infér. $= 32^{mm}$), qui existe aussi à Rochette, dans le Vicentin, et à Réal (Tarn), *fide* Stehlin. Les ancêtres de ces petits Anthracothéridés sélénodontes sont inconnus au delà du Stampien supérieur.

Quatrième rameau. — Rhagatherium Pictet. Il ne comprend que deux très petites espèces, allant du Ludien au Sannoisien. Le type *R. Valdense,* du Sidérolithique de Mauremont, est un petit animal (m^3 supér. $= 8^{mm}$) caractérisé par ses M supérieures transverses à cinq pointes, deux externes coniques, deux internes en V et un petit denticule intermédiaire en avant; par sa p^4 *à deux denticules externes, caractère très anormal dans la famille;* par p^1 comprimée à une seule pointe et isolée par une barre.

Une deuxième espèce, *R. Fronstettense,* du Sidérolithique sannoisien de Fronstetten (Souabe) diffère du type par ses M plus transverses et surtout par p^4 supérieure à cinq denticules au lieu de trois. Kowalevsky a déjà suggéré la nécessité d'une coupure générique que l'on peut nommer *Amphirhagatherium* n. g.

Le rameau *Rhagatherium,* bien distinct par p^4 supérieure à deux denticules externes et l'isolement de p^1 aux deux mâchoires, s'éteint après l'Oligocène inférieur sans laisser de descendants.

Cinquième rameau. — Lophiobunodon n. g.; type *L. minervoisensis* n. sp. Rameau de petites formes exclusivement éocènes. Le type, du Bartonien inférieur du Minervois, est un tout petit animal, de la taille d'un Lapin, avec sept molaires supérieures en série continue. Les M, transverses, ont deux pointes externes coniques, une pointe postéro-interne crescentoïde et une pointe antéro-interne comprimée, se soudant avec un petit denticule intermédiaire en *une arête transverse lophodonte;* p^4 triangulaire *n'a qu'un denticule externe* et un interne; p^3 est de même structure, plus allongée; p^2 et p^1 plus étroites ont une pointe principale et un *fort talon postéro-interne.* Les M inférieures ont quatre denticules élancés, les internes coniques, les externes crescentoïdes. Cette espèce est précédée dans le Lutécien supérieur de Lissieu par une espèce un peu plus petite, mais fort semblable, le *L. rhodanicum* n. sp., qui est le plus ancien représentant connu du groupe des Anthracothéridés bunodontes.

Je suis porté à rattacher au *Lophiobunodon,* comme descendant direct, un animal de taille presque double, de l'Éocène supérieur d'Hordwell, l'*Hyopo-*

tamus Picteti de Lydekker. Les M ont de remarquables analogies avec le *Lophiobunodon,* mais il n'y a en haut que trois P; p^4 et p^3 sont aussi de même structure, mais p^2 diffère par l'absence de talon interne et p^1 manque. Il y a donc *réduction et simplification des prémolaires,* ce qui permet de penser que l'animal d'Hordwell ne s'est continué dans aucun rameau des Anthracothéridés. Il semble nécessaire de créer pour lui un nouveau genre et de le nommer *Haplobunodon Picteti* sp. Lyd.

2° Groupe Sélénodonte ayant pour type le genre *Ancodus.*

Sixième rameau. — Ancodus Pomel (*Hyopotamus* Owen), à denticules des M très élancés ou *hypsosélénodontes.*

Ce rameau, limité au Sannoisien supérieur, ne comprend que les *Ancodus* de Rouzon, des Hempstead beds et de Calaf (Catalogne), types très spécialisés, au museau très long, au crâne surbaissé, dépourvu de gouttière orbito-nasale, aux M de forme transverse, aux P antérieures espacées. Ils doivent dériver de quelque espèce de *Brachyodus* plus hypsodonte que la moyenne du genre et ils se sont éteints sans descendants.

Les *Ancodus* ont émigré d'Europe aux États-Unis, où ils sont représentés par l'*Hyopotamus americanus* Leidy, de White-River, un peu moins hypsodonte que les formes européennes.

Septième rameau. — Brachyodus Depéret, aux molaires *brachysélénodontes,* type *B. onoideus* Gerv.

L'évolution de ce rameau est la plus longue de toute la famille. Il débute *brusquement,* sans ancêtres connus, dès l'Éocène moyen, par des formes minuscules, distinctes des vrais *Brachyodus* par des prémolaires plus allongées, en série continue, et des M encore plus basses; elles méritent d'être séparées sous le nom de *Catodontherium* n. g. (*Catodus* Dep.). L'espèce la plus ancienne est le *C. Rutimeyeri* Dep. du Lutécien de Lissieu, auquel fait suite, dans le Bartonien de Mauremont et de Robiac, une espèce plus forte, le *C. robiacensis* Dep. L'espèce mal connue de l'Éocène supérieur de Gergas, l'*Hyopotamus crispus* Gerv., est déjà peut-être un *Brachyodus.* A partir du Sannoisien, les *Brachyodus* forment une série continue à taille progressive : 1° *B. porcinus* G. du Sannoisien de l'île de Wight et du Stampien de Céreste et de Digoin; 2° *B. borbonicus* G. du Stampien supérieur de Saint-Pourçain et de Marseille; 3° *B. hippoideus* sp. Rutim. de l'Aquitanien d'Aarwangen; 4° *B. onoideus* G. du Burdigalien de l'Orléanais; 5° *B. giganteus* Lyd. des Siwaliks, forme géante par laquelle s'éteint le groupe. Le rameau s'étend donc sans interruption du Lutécien supérieur

au milieu du Miocène; il a émigré momentanément en Amérique avec l'*Hyopotamus brachyrhyncus* Marsh, du White-River supérieur.

Huitième rameau. — Section *Bunobrachyodus,* à tendances bunodontes; type *Brachyodus Cluai.*

A côté des vrais *Brachyodus* évolue dans l'Oligocène un rameau parallèle, où les denticules des M. supérieures, surtout les externes, sont moins crescentoïdes et ont une côte médiane plus saillante sur la muraille. Ce rameau comprend: 1° *B. Cluai* Dep. du Sannoisien supérieur de Tarrega (Catalogne); 2° *B. Gorringei* Andr., forme plus grande, de l'Oligocène du Fayoum. Ce rameau se retrouve en Amérique avec l'*Anthracotherium curtum* Marsh, du White-River moyen.

En résumé, les Anthracothéridés évoluent en huit rameaux parallèles. Ils apparaissent par migration d'origine inconnue dès le Lutécien supérieur, où se montrent simultanément les deux groupes bunodonte (*Lophiobunodon*) et sélénodonte (*Catadontherium*). Ces derniers se continuent directement par les *Brachyodus* jusqu'au milieu du Miocène et donnent sur leur long trajet les rameaux divergents des *Ancodus* et des *Bunobrachyodus*. Le groupe bunodonte a une évolution plus complexe : le rameau *Lophiobunodon* s'éteint dès le Sannoisien; il en est de même du rameau *Rhagatherium* apparu brusquement dans le Ludien. Une autre émigration amène en Europe avec la fin de l'Éocène le grand rameau *Anthracotherium* qui évolue presque jusqu'à la fin de l'Oligocène. Enfin, dans le Stampien supérieur, le groupe s'enrichit, sans doute par migration, de deux autres petits rameaux, les *Microbunodon* et les *Microselenodon,* qui s'éteignent aussi avant la fin de l'Oligocène.

M. de Lapparent fait hommage à l'Académie de la quatrième édition de son *Cours de Minéralogie.*

M. A. Lacroix fait hommage à l'Académie d'une brochure in-8° avec 14 planches, intitulée : « *The eruptions of Vesuvius in april* 1906. Smithsonian Report for 1906. Washington, 1907. » C'est la traduction d'articles qu'il a publiés, en octobre et novembre 1906, dans la *Revue générale des Sciences.*

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de trois candidats pour la chaire de Métallurgie et Travail des métaux, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers par le décès de M. *Le Verrier*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 52,

M. Léon Guillet	obtient.	44 suffrages
M. Hollard	»	4 »
M. Mesnager	»	3 »
M. Matignon	»	1 »

Au deuxième tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de deuxième ligne, le nombre des votants étant 44,

M. Mesnager	obtient.	39 suffrages
M. Hollard	»	4 »
M. Vigouroux	»	1 »

Au troisième tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de troisième ligne, le nombre des votants étant 37,

M. Hollard obtient. . . . . 36 suffrages

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce comprendra :

En première ligne.	M. **Léon Guillet**
En deuxième ligne	M. **Mesnager**
En troisième ligne.	M. **Hollard**

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1908.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Zoologie : *Prix Savigny, Thore.*—MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte.

Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Serres.* — MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé.

Physiologie : *Prix Montyon, Philipeaux, Lallemand, Martin-Damourette, Pourat.* — MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran, Dastre.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de Prix Pourat* pour l'année 1911.

Prix Montyon (Statistique). — MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Carnot, Rouché, Alfred Picard, le prince Roland Bonaparte, Tannery.

Médaille Arago, Médaille Lavoisier, Médaille Berthelot. — MM. Becquerel, Bouchard, Darboux, de Lapparent.

Prix Trémont, Gegner, Lannelongue. — MM. Becquerel, Bouchard, Darboux, de Lapparent, Maurice Levy, Bornet.

Prix Wilde. — MM. Maurice Levy, Darboux, Troost, Mascart, Poincaré, Émile Picard, de Lapparent.

Prix Victor Raulin. — MM. Gaudry, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant.

Prix Saintour. — MM. Darboux, Poincaré, de Lapparent, Giard, Zeiller, Lacroix, Douvillé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France par suite de la démission de M. *H. Le Chatelier*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la chaire de Biologie générale du Collège de France.

(Renvoi à une Commission composée des Sections de Botanique, d'Anatomie et Zoologie et de Médecine et Chirurgie.)

M. **J. de Morgan** adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe de surfaces.* Note de M. **Tzitzéica.**

1. Les surfaces S que je considère sont définies par la propriété métrique suivante : *le rapport* $\frac{K}{p^4}$ *entre la courbure totale et la quatrième puissance de la distance d'un point fixe au plan tangent reste invariable en tout point de la surface* (*Comptes rendus*, 10 juin 1907). J'ai montré, à l'aide des lignes flecnodales, comment, dans le cas des surfaces S *réglées*, cette définition métrique peut être remplacée par une définition projective liée au plan de l'infini, ou, comme disent les géomètres allemands, par une définition *affine*. Je me suis proposé de traiter la même question pour les surfaces S générales.

J'ai été obligé à cet effet de considérer une nouvelle classe de surfaces réglées, à savoir celles dont la développable asymptotique se réduit à un cône. Je dirai d'une telle surface que c'est une *surface réglée à centre* et j'appellerai *centre* de la surface le sommet du cône précédent. Les surfaces réglées à centre peuvent être définies aussi par une propriété métrique

simple, à savoir : *le rapport $\frac{K}{p^4}$ entre la courbure totale et la quatrième puissance de la distance du centre au plan tangent ne change pas le long d'une génératrice quelconque de la surface.*

Cela étant, considérons une surface quelconque Σ et attachons à chacune de ses lignes asymptotiques la surface réglée engendrée en menant par chacun de ses points la tangente à l'autre ligne asymptotique qui y passe. Dans le cas où toutes ces surfaces réglées sont à *centre commun*, et seulement dans ce cas-là, la surface Σ considérée est une surface S. C'est là la définition affine que je voulais obtenir. J'ajoute que dans ce cas les surfaces réglées à centre sont elles-mêmes aussi des surfaces S.

2. Je me propose maintenant de compléter le résultat précédent, en faisant voir qu'une surface S ne peut pas avoir de point flecnodal à distance finie. Considérons en effet un point flecnodal M de la surface. La tangente flecnodale est tangente à une de ses asymptotiques qui passent en M, par conséquent elle est tangente flecnodale pour la surface réglée attachée à cette asymptotique. Or nous avons démontré que cette dernière surface réglée est une surface S et que par suite elle n'a pas de point flecnodal à distance finie (*Comptes rendus*, 9 décembre 1907); donc le point M ne peut pas se trouver à distance finie.

3. Il est intéressant de voir que, en prenant pour lignes coordonnées $u =$ const., $v =$ const., les lignes asymptotiques d'une surface, ses lignes flecnodales s'obtiennent d'une manière remarquablement simple. Les coordonnées x, y, z d'un point de la surface vérifient les équations

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u^2} = a\frac{\partial\theta}{\partial u} + b\frac{\partial\theta}{\partial v},$$

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial v^2} = a''\frac{\partial\theta}{\partial u} + b''\frac{\partial\theta}{\partial v}.$$

Les deux lignes flecnodales sont alors déterminées par les deux relations

$$b = 0, \qquad a'' = 0.$$

Dans le cas où la surface est simplement réglée, on a $b \equiv 0$ ou $a'' \equiv 0$ et alors une des lignes flecnodales disparaît. Dans le cas où la surface est doublement réglée, c'est-à-dire une quadrique, on a $b \equiv a'' \equiv 0$ et les deux lignes flecnodales deviennent indéterminées, ce qui était d'ailleurs évident.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation* $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = 0$. Note de M. **Eugenio-Elia Levi**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une récente Communication, M. Holmgren (¹) donne un certain nombre de résultats sur l'équation de la chaleur $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = 0$, dont une partie ont une grande ressemblance (même pour la méthode de démonstration que M. Holmgren paraît avoir suivie) avec ceux que j'ai obtenus de mon côté et que j'ai publiés, trois mois avant la Communication de M. Holmgren, dans les *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei* (²). C'est pourquoi je demande la permission de rappeler ici les principaux de mes résultats.

J'ai démontré qu'étant donnée une courbe ouverte s, dont les deux bouts A et B se trouvent sur une même droite caractéristique AB, et qui renferme avec AB une aire σ située au-dessous de celle-ci, il est toujours possible de déterminer en σ une fonction (et une seule) satisfaisant à l'équation $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ et prenant sur s des valeurs assignées à l'avance. Je réduis le problème à la résolution d'une équation intégrale de M. Fredholm et je fais remarquer qu'elle jouit de propriétés tout à fait analogues à celles de M. Volterra (³).

J'ai aussi donné, pour résoudre ce problème, une autre méthode, qui se rattache à la méthode des images. Et j'ai montré qu'on a des résultats semblables pour l'équation $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = f(x, y)$, et que, lorsqu'on suppose que la fonction $f(x, y)$ est analytique par rapport à la variable x, toute solu-

---

(¹) E. Holmgren, *Sur l'équation* $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial z}{\partial y}$ (*Comptes rendus*, t. CXLV, 30 décembre 1907).

(²) E.-E. Levi, *Sull' equazione del calore* (*Rendiconti della R. Accademia de Lincei*, Vol. XVI, fasc. 7) (Communications parvenues à l'Académie avant le 6 octobre 1907). Un Mémoire plus étendu paraîtra prochainement; dans ce Mémoire, j'ai même introduit quelque simplification dans les formules.

(³) Dans une Note qui était déjà rédigée lorsque j'ai eu connaissance de la Communication de M. Holmgren, et qui paraîtra prochainement, je montre comment ma méthode s'applique aisément au cas où les données sur la courbe s sont des types que M. Holmgren indique avec 2° et 3°.

tion $z(xy)$ de cette dernière équation est nécessairement fonction analytique de x. On remarquera que ce résultat donne une généralisation de celui que M. Holmgren a donné dans une Note de l'*Arkiv för Matematik* et qu'il rappelle dans le n° 1 de sa Communication : il est, pour les équations du type parabolique, le théorème analogue au théorème bien connu de M. Picard sur les solutions des équations du type elliptique.

Tous ces résultats s'étendent aisément aux équations de la chaleur avec plusieurs variables

$$\sum_1^n {}_i \frac{\partial^2 z}{\partial x_i^2} = \frac{\partial z}{\partial y} \quad \text{et} \quad \sum_1^n {}_i \frac{\partial^2 z}{\partial x_i^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = f(x_1, x_2, \ldots, x_n; y).$$

J'espère donner prochainement une extension de ces résultats à des équations d'un type plus général.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la définition de l'aire d'une portion de surface courbe.* Note de M. **E. Cartan**, présentée par M. E. Picard.

Je demande à l'Académie la permission d'ajouter un mot à une Note que j'ai eu l'honneur de présenter le 30 décembre dernier, sur les difficultés que soulève la définition, autrefois classique, de l'aire d'une portion de surface courbe comme limite de l'aire d'une surface polyédrale à faces triangulaires inscrite dans cette surface courbe, sur la manière dont on peut lever ces difficultés et sur un essai de définition de l'aire d'une surface courbe n'admettant pas de plans tangents. On m'a fait remarquer, depuis que la Note a paru, que les difficultés en question avaient déjà été signalées par M. Schwarz, en particulier dans une Communication faite à Hermite en 1882 (1). M. Schwarz donne l'exemple, presque identique à celui que j'indique dans ma Note, d'une surface polyédrale inscrite dans un cylindre de révolution (au lieu d'une sphère), et dont l'aire augmente indéfiniment quand les dimensions des faces tendent vers zéro.

---

(1) Voir *Cours lithographié,* fait par Hermite, à la Faculté des Sciences de Paris, pendant le 2e semestre de l'année 1881-1882, réd. par M. Andoyer, 2e tirage, Paris, Hermann, 1883, p. 35.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la théorie des corps minces.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**.

Le problème général de la théorie de l'élasticité consiste à trouver trois fonctions u, v, w, vérifiant les équations

$$(1) \qquad \Delta u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = X, \qquad \Delta v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = Y, \qquad \Delta w + \xi \frac{\partial \theta}{\partial z} = Z,$$

et des conditions à la frontière qui assurent l'unicité de la solution. Pour résoudre ce problème, nous avons autrefois proposé de considérer u, v, w comme des fonctions de x, y, z et de ξ. On peut encore adopter un autre point de vue très important et regarder u, v, w comme des fonctions de x, y, z et d'*un ou plusieurs paramètres géométriques* entrant dans la définition de la frontière. Ce nouveau problème d'Analyse conduit en particulier, dans le cas de la déformation infiniment petite auquel nous nous bornerons dans cette Note, à la *théorie des corps minces,* dont l'actualité et l'intérêt ont été renouvelés par de récentes discussions entre les savants anglais.

Envisageons un cylindre droit, dont les bases sont dans les plans parallèles $z = +h$, $z = -h$; u, v, w seront des fonctions non seulement de x, y, z, *mais aussi de* h; de même les valeurs u_0, v_0, w_0 de u, v, w pour $z = 0$ seront des fonctions de x, y et de h. Le but poursuivi par Poisson et Cauchy, dans leurs recherches sur les *plaques minces,* se présente alors de la manière suivante : ils se proposaient de déterminer les premiers termes des développements (qu'ils supposaient possibles), suivant les puissances entières et positives de h et de z, des fonctions u, v, w et de leurs dérivées premières, et en particulier les *premiers termes des développements de* u_0, v_0, w_0 suivant les puissances entières et positives de h; ils admettaient d'ailleurs qu'il devait suffire, pour cette détermination, de tenir compte des données d'une *manière partielle;* Poisson se servait des résultantes sur la surface latérale, Cauchy des valeurs le long de la section moyenne.

Désignons avec Kirchhoff par εx_0, εy_0 les coordonnées d'un point du contour des bases du cylindre précédent, x_0, y_0 étant liés par une relation déterminée; tout problème de la théorie de l'élasticité ayant une solution unique conduira à des fonctions u, v, w de x, y, z et du paramètre ε, pour lesquelles on peut répéter ce qui précède, le paramètre ε remplaçant h; on arrive ainsi à la considération des *tiges minces*.

Représentons enfin par εx_0, εy_0, εz_0 les coordonnées d'un point de la frontière d'un corps, x_0, y_0, z_0 étant liés par une relation déterminée; u, v, w seront des fonctions du paramètre ε et l'on pourra se proposer l'étude de ces fonctions dans le voisinage de $\varepsilon = 0$.

La principale difficulté de la théorie des corps minces réside, comme nous l'avons déjà indiqué, dans la nature du point $h = 0$ ou du point $\varepsilon = 0$. Dans la solution que Poisson a donnée du problème du mouvement vibratoire d'une sphère, la valeur zéro du rayon de la sphère supposé variable apparaît comme un point singulier essentiel. Il est possible que ce fait ait été remarqué par Poisson et l'ait conduit à l'observation qui se trouve à la page 447, n° 34, de son célèbre Mémoire de 1828. Cette observation contient, selon nous, la véritable explication des obstacles rencontrés depuis par Saint-Venant ([1]) et Kirchhoff. Poisson, cependant, n'en a tenu aucun compte dans la suite de ses recherches, pas plus que Cauchy; il est important, par suite, de se demander ce qui peut subsister de leurs résultats. C'est ce que nous allons indiquer, au moins en ce qui concerne le problème statique, car il nous a paru impossible, au sujet du problème dynamique, de donner un sens aux considérations de Poisson et de Cauchy, et il semble qu'il y ait une sorte de coup de pouce inconscient dans le procédé qu'ils ont employé pour retrouver l'équation de Lagrange et de Sophie Germain.

Considérons en premier lieu la plaque, et bornons-nous au cas considéré par Poisson et Cauchy, où les efforts sont imposés sur les bases, les données pouvant être variées sur le bord latéral; en cherchant d'abord avec eux des fonctions u, v, w admettant $h = 0$ comme *point ordinaire* et vérifiant les équations indéfinies (1) ainsi que les données sur les bases, apparaissent des conditions restrictives que nous avons pu écarter en substituant dans le raisonnement $h^2 u$, $h^2 v$, $h^2 w$ à u, v, w; en procédant ensuite comme l'ont fait Poisson et Cauchy, et *en poursuivant la détermination commencée par eux des coefficients des développements,* nous sommes arrivés à ce résultat remarquable que les valeurs de u, v, w peuvent en quelque sorte se sommer par rapport à h et se présentent sous la forme suivante :

$$u = u_1 + u_2, \qquad v = v_1 + v_2, \qquad w = w_1 + w_2, \tag{2}$$

où u_2, v_2, w_2 sont déterminés *explicitement* au moyen des efforts sur les bases et des composantes X, Y, Z, s'annulent pour $z = 0$, et aussi quand les efforts

---

([1]) Voir en particulier p. 1189, § IV du travail inséré par Saint-Venant en 1843 au Tome XVII des *Comptes rendus.*

sur les bases et les composantes X, Y, Z s'annulent; enfin u_1, v_1, w_1 s'expriment explicitement au moyen de u_0, v_0, w_0 et de leurs dérivées et sont, par rapport à z, des polynomes du troisième degré pour u_1, v_1 et du deuxième degré pour w_1; les fonctions u_0, v_0, w_0 vérifient des équations aux dérivées partielles, qui présentent, à l'égard du paramètre h, le même caractère que u, v, w. On retrouve ainsi, en particularisant les données, la solution à laquelle est arrivé par une autre voie M. Maurice Levy (1) en 1877. Si l'on veut vérifier, au moyen des valeurs trouvées, les conditions sur le bord latéral, on se heurte en général à une impossibilité, qui se présente sous la forme même mise en évidence dans la remarque que M. Boussinesq a faite en 1878 à la page 108 du Tome LXXXVI des *Comptes rendus*.

Considérons maintenant le cas d'une tige, et supposons avec Poisson, pour simplifier, que la section transversale de cette tige soit circulaire; si l'on cherche des fonctions u, v, w admettant la valeur $\varepsilon = 0$ du paramètre de Kirchhoff comme *point ordinaire*, et vérifiant les équations (1) et les conditions à la frontière latérale (où les données sont supposées admettre aussi $\varepsilon = 0$ comme point ordinaire), on est encore amené en général à envisager $\varepsilon^2 u$, $\varepsilon^2 v$, $\varepsilon^2 w$ et l'on trouve de nouveau un résultat curieux; si l'on poursuit les développements commencés par Poisson, les valeurs cherchées se somment par rapport à ε et ont la forme (2), où maintenant u_2, v_2, w_2 sont déterminés *explicitement* par les données sur la face latérale et par les composantes X, Y, Z, et s'annulent pour $x = y = 0$; u_1, v_1, w_1 s'expriment explicitement au moyen des valeurs u_{00}, v_{00}, w_{00} de u, v, w pour $x = y = 0$ et de leurs dérivées, et sont, par rapport à x, y, des polynomes du troisième degré pour u_1 et du deuxième degré pour v_1, w_1. On retrouve ainsi, en particularisant les données, la solution célèbre de Barré de Saint-Venant, et l'on s'explique, dans une certaine mesure, pourquoi elle apparaît dans les recherches de M. Boussinesq (2) sur les tiges minces. Il y a d'ailleurs encore impossibilité de vérifier, en général, avec la solution (2), les conditions sur les bases, à moins de se borner à des résultantes.

Les considérations précédentes montrent que Poisson et Cauchy, en poursuivant plus loin leurs calculs, auraient été conduits aux problèmes de Barré de Saint-Venant et de M. Maurice Levy, qui nous paraissent devoir

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, 1877, p. 596; *Journal de Mathématiques*, 3e série, t. III, 1877, p. 219.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXII, 1871, p. 407; *Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XVI, 1871, p. 125; 3e série, t. V, 1879, p. 163.

être placés au même plan et dont l'intérêt se trouve de nouveau établi ; elles précisent en outre la signification et l'importance des recherches de M. Boussinesq sur les corps minces. On peut ajouter qu'elles justifient, au moins à l'heure actuelle, la présence dans la Mécanique des théories directes du point matériel, de la ligne déformable et de la surface déformable, telles qu'on les avait conçues avant l'apparition de la théorie des milieux déformables à trois dimensions.

PHYSIQUE. — *Action des rayons X sur la plaque photographique.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Voici une expérience mettant en évidence une analogie de plus entre les rayons X et la lumière :

Expérience. — Une lame mince d'acier (ressort bleu de $\frac{12}{100}$ de millimètre d'épaisseur et quelques millimètres de largeur) est déposée sur la gélatine d'une plaque sensible au gélatinobromure d'argent Lumière (étiquette bleue). Le tout est entouré de papier noir dit *aiguille* empêchant l'action des rayons lumineux.

Un écran métallique plan, constitué par une lame épaisse d'acier recouverte de plusieurs millimètres de plomb et placé sur la plaque sensible enveloppée, permet, quand on le déplace convenablement, de soustraire telle région de la plaque sensible que l'on désire à l'irradiation d'un tube de Crookes placé au-dessus du système décrit.

On utilise un tube osmo-régulateur Chaband-Villard actionné par une bobine Carpentier munie du trembleur Radiguet : cuivre-cuivre. Dans le primaire circule un courant dont l'intensité efficace atteint 7^{amp} à $7^{amp},5$. L'étincelle équivalente est maintenue, pendant toute la durée de l'expérience, entre $7^{cm},5$ et 8^{cm} [elle éclate entre un disque de cuivre de $1^{cm},8$ de diamètre et une pointe olivaire à la Hemsalech ([1])].

L'intensité du rayonnement X est telle qu'une pastille de platinocyanure de baryum, reposant sur du fer à 10^{cm} de l'anticathode de l'ampoule radiogène, atteint, après 12 minutes environ, la teinte B du radiochromomètre X Sabourand et Noiré.

La plaque sensible est à 10^{cm} environ de l'anticathode. Cela étant ainsi disposé, on commence l'irradiation et manœuvre l'écran protecteur de telle façon que, sur la même plaque sensible, on ait des bandes successivement impressionnées pendant des temps croissant de quelques minutes à 0,5, 1 ou plusieurs heures.

La plaque développée au diamidophénol, fixée à l'hyposulfite de soude, lavée, séchée, est ensuite examinée par transparence au moyen d'un arc électrique.

Résultats. — Les principaux résultats obtenus à ce jour sont les suivants :

(1) Hemsalech, *Thèse de doctorat.* Paris, 1901.

1° L'opacité du cliché radiographique ne croît pas continuellement avec la durée de l'irradiation. Elle paraît subir des variations, des oscillations que des mesures en cours préciseront.

2° La comparaison des zones du cliché : zone [1] recevant l'irradiation totale, zone [2] correspondant au rayonnement *filtré* par la lamelle d'acier, est particulièrement curieuse.

a. Pour une irradiation de courte durée, inférieure à 2 minutes, la zone [2] est plus claire que [1]; c'est ce qu'on attendait *a priori*.

b. Si la pose plus longue est suffisante, l'opacité de [2] égale l'opacité de [1].

c. Pour une plus longue pose (16 minutes dans un essai) la zone [2], *qui reçoit le rayonnement minimum*, est plus opaque que la zone [1], recevant le rayonnement total; la pose croissant toujours, cette apparence persiste pour le sens, mais la différence d'opacité diminue.

d. A certain moment les deux zones paraissent également opaques.

e. Enfin, pour des durées d'impression encore plus longues (1 heure 30 minutes, 2 heures dans certains essais), la zone [2] redevient moins opaque que la zone [1].

Remarques. — Si l'on remarque que les faisceaux de rayons X donnant les zones [1], [2] (indépendamment de leur différence *qualitative* résultant du radiochroïsme de la lame filtrante utilisée) diffèrent surtout quantitativement, on ne peut s'empêcher de rapprocher les faits énoncés ci-dessus des résultats remarquables obtenus pour la première fois en France par M. J. Janssen [1] dans la photographie du Soleil sur les plaques au gélatino-bromure.

Quand un objet présente des régions à *éclat différent* (en l'espèce le disque solaire et sa couronne), une prolongation de l'action lumineuse amène des changements divers et en particulier le *renversement des images photographiques*.

a. Une courte pose (fraction de millième de seconde) donne un *négatif ordinaire* (sur le cliché le disque solaire est plus noir que la couronne).

b. Une pose plus longue donne un gris uniforme : c'est le *premier état neutre*.

c. La pose croissant encore, le cliché du Soleil présente une couronne plus opaque que le disque : le négatif est devenu un *positif*.

---

(1) *Comptes rendus*, 1880, t. XC, p. 1447, et t. XCI, p. 199.

d. En posant davantage, on retrouve un nouvel état neutre : le *deuxième état neutre.*

e. Plus tard, enfin, on obtient à nouveau le rapport normal des opacités : on a un négatif, mais un *négatif du deuxième ordre.*

Ce parallélisme des aspects successifs présentés pour des irradiations croissantes par des clichés radiographiques et photographiques est intéressant. Il laisse supposer une similitude dans la forme des courbes de noircissement des plaques au gélatinobromure d'argent en fonction du temps, sous l'action respective des rayons lumineux et des rayons de Röntgen. Il peut être invoqué comme un argument de plus en faveur de la nature *lumineuse* (vibrations de l'éther) des rayons X.

PHYSICOCHIMIE. — *Mobilité anormale des ions de quelques terres rares.* Note de M. **Jules Roux**, présentée par M. J. Violle.

Les ions monovalents ont des mobilités du même ordre de grandeur (Cl : 65; Br : 67; Rb : 68), sauf l'ion H(318) et l'ion OH(174).

Les ions divalents ont des mobilités un peu inférieures (Zn : 46; Mg : 46; Cu : 47; Cd : 47; Ca : 51).

Les ions trivalents négatifs ont des mobilités un peu supérieures : $\frac{1}{3}[Fe(CN)^6]$: 82; $\frac{1}{3}[Cr(CN)^6]$: 90. Jusqu'ici, on n'a pas pu mesurer la mobilité des ions trivalents positifs classiques (Fe, Cr, ...), à cause de la trop grande hydrolyse de leurs sels.

Seuls, parmi les ions trivalents positifs, ceux des terres rares donnent des sels parfaitement neutres.

J'ai cherché à déterminer les mobilités de quelques-uns de ces ions (La, Yt, Ce, Gd, Sm) par des mesures de conductibilité.

J'ai opéré sur le nitrate de lanthane et sur les bromures de La, Yt, Ce, Gd, Sm, aux concentrations $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{10000}$ normales. Voici les résultats obtenus à 18°, rapportés au mercure à 0° :

Mobilité de l'ion positif déduite de la conductibilité.

	$\frac{1}{100}$.	$\frac{1}{200}$.	$\frac{1}{10000}$.
$\frac{1}{3}(NO^3)^3$ La	111	112	
$\frac{1}{3}Br^3$ La	111	112,5	116
$\frac{1}{3}Br^3$ Yt	115	116,5	
$\frac{1}{3}Br^3$ Ce	112		
$\frac{1}{3}Br^3$ Gd	91		
$\frac{1}{3}Br^3$ Sm	66		

On voit que ces mobilités sont bien plus grandes que celles des ions mono- et divalents, ainsi que des ions trivalents négatifs, sauf pour l'ion Sm, dont la mobilité est de l'ordre de grandeur de celle des ions monovalents. Ceci est très important; on sait en effet que les terres rares sont excessivement difficiles à séparer : on conçoit, d'après cette grande différence de mobilité, la possibilité de faire cette séparation soit par diffusion, soit par électrolyse.

J'ai étudié, sur le nitrate de lanthane à $\frac{1}{100}$ normal, quelle était l'influence de la température sur la mobilité de l'ion La. A 18°, la mobilité est 111; à 25° elle est 131; elle varie donc de $\frac{3}{100}$ environ par degré.

Les terres rares que j'ai utilisées m'ont été obligeamment prêtées par M. G. Urbain, que je tiens à remercier ici. Les bromures ont été préparés par la méthode générale de M. Bourion (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 243).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des eaux de Plombières.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. A. Haller.

La radioactivité des eaux minérales françaises n'a fait jusqu'à présent l'objet que d'un nombre très restreint de travaux. Les plus importants sont dus à Curie et Laborde, dont les recherches ont porté principalement sur les gaz dégagés spontanément des sources; cependant quelques valeurs relatives aux eaux ont été données dans leur dernier Mémoire.

Dans un autre ordre d'idées, MM. Moureu et Biquard ont dosé les éléments *nobles* dans les gaz spontanés d'un grand nombre de sources.

Les déterminations de Curie et Laborde provenant de mesures faites quatre jours après le prélèvement des échantillons, la radioactivité réelle de ces divers échantillons devait correspondre au double environ de la valeur publiée. En effet cette radioactivité suit, comme l'émanation du radium, la loi de perte de moitié en quatre jours.

Il était donc intéressant de reprendre ces recherches aux sources pour connaître la radioactivité au moment même de l'utilisation de ces eaux véritablement *vivantes*.

Parmi les eaux françaises, celles de Plombières paraissent, d'après les recherches précitées, les plus intéressantes par la valeur de la radioactivité des gaz qui se dégagent. Elles le sont également par le nombre et l'importance des sources. C'est à elles que nous nous sommes adressé.

Nous nous sommes servi d'un électroscope Curie à feuille d'aluminium

et micromètre, adapté par MM. Chéneveau et Laborde soit à un condensateur à plateau, soit à un condensateur cylindrique ([1]).

Solides. — Nos essais ont porté sur des minéraux (*fluorine* et *halloysite*), des sédiments, des matériaux divers (brique romaine, lames métalliques), etc. Tous ces échantillons présentaient une radioactivité presque nulle ou de l'ordre de grandeur de la sensibilité de l'appareil.

Gaz. — Chaque gaz était recueilli au griffon de la source dans une éprouvette graduée de 150^{cm^3}, munie à la partie supérieure d'un robinet à trois voies. Après la mesure du volume il était séché sur de la potasse caustique et introduit dans le récipient de l'appareil dans lequel un vide partiel avait été fait. Le robinet à trois voies permettait de faire le remplissage avec de l'air sec servant au balayage du tube à potasse.

La radioactivité était déterminée par la mesure du courant produit à l'intérieur du condensateur cylindrique formé d'une part du récipient en laiton et d'autre part d'une sonde reliée directement au support de la feuille d'aluminium, les deux parties étant réunies par un bouchon d'ambre.

Chaque détermination était faite d'après la mesure de la vitesse de chute de la feuille d'aluminium correspondant au courant maximum produit 3 heures après l'introduction du gaz dans l'appareil.

Celui-ci avait été au préalable étalonné d'une façon identique avec de l'émanation du radium. Les résultats que nous donnons sont exprimés, comme l'avaient fait Curie et Laborde, en milligrammes-minutes pour 10^{l} de gaz.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Température.	Trouvé.	Curie et Laborde.
	°	mg : m	mg : m
Source Vauquelin	69	14,9	5,7
Source n° 3 (galerie du Thalweg)	62	13,6	3,2
Source n° 2 (galerie des Savonneuses)	28	6,1	»

Eaux. — Chaque eau était recueillie également à même le griffon de la source, dans un récipient en verre de 1150^{cm^3}, muni d'un robinet à la partie supérieure et qu'on remplissait exactement à moitié. L'appareil était rapidement ramené à la température ordinaire et vivement agité à plusieurs reprises pendant un quart d'heure. L'eau cédait à l'air une partie de sa radioactivité et, d'après les expériences d'Hofmann, en retenait 23 pour 100 à la température de 20°, à laquelle nous opérions.

L'air ainsi radioactivé était traité comme un gaz. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Température.	Trouvé.	Curie et Laborde.
	°	mg : m	mg : m
Source Vauquelin	69	0,84	0,22
Source du Robinet romain	70	0,43	»
Source des Capucins	46	2,03	0,46
Source n° 1 (galerie des Savonneuses)	22	0,75	»
Source n° 2 (galerie des Savonneuses)	28	1,29	»

([1]) Ces appareils seront décrits d'autre part; nous donnerons également la bibliographie et quelques renseignements complémentaires sur nos recherches dans un autre Mémoire.

Nous avons en outre constaté, par trois mesures successives, que l'émanation extraite de l'eau de la source des Capucins subit bien, comme l'émanation du radium, la perte de l'activité de moitié en 4 jours. Ajoutons enfin que l'eau des sources non minérales et l'eau de la ville sont assez fortement radioactives. Nous avons également fait la remarque que, tandis que les sources chaudes de la *galerie du Thalweg* ont conservé la même température que celle indiquée par Jutier [1], la température des sources tempérées de la *galerie des Savonneuses* s'est élevée de quelques degrés.

Les analyses de Lefort [1], en ce qui concerne les eaux de Plombières, ont établi qu'il existe une relation entre la température de chaque source, le degré de minéralisation de l'eau et la composition des gaz spontanés. D'après les valeurs que nous publions, la radioactivité fait exception tout au moins en ce qui concerne les eaux elles-mêmes. Une étude plus complète permettrait probablement de tirer des conclusions intéressantes à ce sujet.

Nos recherches confirment donc ce point déjà établi que, contrairement à l'opinion souvent émise, il n'y a aucune relation entre la radioactivité des eaux et leur température.

CHIMIE MINÉRALE. — *Dissociation par l'eau des chlorures doubles de dimercuriammonium et d'ammonium.* Note de M. **H. Gaudechon**, présentée par M. A. Ditte.

Les deux composés étudiés sont l'ancien chloramidure de mercure AgH^2HgCl d'Hoffmann et Marburg, que Rammelsberg et Pesci considèrent comme un sel double $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$, et l'ancien précipité blanc fusible $HgCl^2.2AzH^3$ formulé par Rammelsberg $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$. De nombreux auteurs se sont occupés de la constitution de ces deux corps. En dehors de toute hypothèse, je rapporterai les faits observés dans l'action de l'eau sur ces composés.

Action de l'eau au voisinage de la température ordinaire : 1° Sur $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$. — André a montré qu'un lavage prolongé de ce composé par l'eau élimine AzH^4Cl et conduit à l'hydrate $AzHg^2ClH^2O$. Pour

---

(1) Jutier et Lefort, *Études sur les eaux minérales et thermales de Plombières*, 1862. Paris, J.-B. Baillière.

préciser ce mode de décomposition, j'ai examiné si l'équation

(1) $AzHg^2Cl\,AzH^4Cl$ sol. + $H^2O \rightleftharpoons AzHg^3Cl, H^2O$ sol. + AzH^4Cl diss.

est limitée, pour une température donnée, par une concentration constante de la solution de AzH^4Cl.

On a, en effet, trois composants répartis en quatre phases, ce qui constitue un système univariant. En fait, on constate que la phase liquide constituée par AzH^4Cl dissous a une concentration constante pour une température donnée, tant que cette phase demeure en présence d'une petite quantité de la phase solide $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$.

A 15° la concentration de la phase liquide en équilibre correspond à $0^{mol},011$ de AzH^4Cl pour 100^{mol} H^2O; à 27° la concentration de la phase liquide en équilibre correspond à $0^{mol},020$ de AzH^4Cl pour 100^{mol} H^2O.

Dans un tel système condensé c'est cette unique concentration qui détermine la constante d'équilibre de l'expression générale $\Sigma n \operatorname{Log} C = R$.

La décomposition plus avancée qui résulte de l'élévation de température est en accord avec la loi du déplacement de l'équilibre par variation de température. J'ai en effet constaté que la fixation de AzH^4Cl sur $AzHg^2Cl\,H^2O$ se fait avec un dégagement de chaleur notable.

2° $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$. — Ce composé constitue également avec l'eau un système univariant; on constate que sa décomposition est limitée par la concentration en AzH^4Cl de la solution pour une température déterminée conformément à l'équation d'équilibre

(2) $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$ sol. $\rightleftharpoons AzHg^2Cl.AzH^4Cl$ sol. + $2AzH^4Cl$ diss.

On trouve :

A 14°, concentration de la phase liquide à l'équilibre, $0^{mol},65$ pour 100^{mol} de H^2O;
A 27° » » $0^{mol},84$ pour 100^{mol} de H^2O.

Cette concentration est notable, elle varie également avec la température conformément à la loi du déplacement de l'équilibre.

Ces dernières déterminations ont été faites avec des compositions moyennes des deux phases solides réunies comprises entre

$AzHg^2Cl\,1.2AzH^4Cl$ et $AzHg^2Cl\,2.8AzH^4Cl$.

La concentration constante pour une température donnée ainsi obtenue démontre la non-existence du composé $AzHg^2Cl.2AzH^4Cl$ signalé par certains auteurs et qu'on peut considérer comme un mélange des deux phases

solides du système (2). Cette vérification n'était pas inutile, étant donnée la nature amorphe de ces composés.

Il est à noter que, dans la phase liquide du système (1), il n'y a qu'une trace de mercure dissous, ce qui tient à la quasi-insolubilité du composé $AzHg^2Cl$ dans la solution diluée de AzH^4Cl. Dans le système (2) au contraire, on trouve une petite quantité de mercure en solution, ce qui est attribuable à une légère solubilité du corps $AzHg^2Cl$ ou de ses composés avec AzH^4Cl dans la solution de AzH^4Cl; de sorte qu'en réalité la phase liquide contient environ $1^g,2$ de $AzHg^2Cl$ par litre à 15°, quantité relativement faible, mais non négligeable.

J'ajouterai que dans les mêmes conditions de température (15°), le composé $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$ ne se combine plus à AzH^4Cl. Mis en contact avec des solutions de plus en plus concentrées de AzH^4Cl, ce corps ne change plus de composition. Tant que n'apparaît pas la phase AzH^4Cl solide, on reste en présence d'une seule phase solide et le système est bivariant; on constate simplement une solubilité croissante de $AzHg^2Cl$ à mesure que la concentration du sel ammoniacal croît.

Les données précédentes donnent une indication sur les concentrations à réaliser pour la préparation de ces deux corps.

Action de l'eau à 100°. — Si l'on opère au voisinage de 100° le mode de décomposition des corps étudiés change de domaine. C'est la réaction inverse de celle de leur formation qui intervient alors suivant l'équation :

$$AzHg^2Cl + 3AzH^4Cl = 2HgCl^2 + 4AzH^3. \quad (3)$$

En réalité, le phénomène est plus complexe que ne l'indique cette équation. Pour constater cette décomposition, il est nécessaire de dissoudre les composés

$$AzHg^2ClAzH^4Cl \quad \text{ou} \quad AzHg^2Cl^3.3AzH^4Cl$$

dans une solution de AzH^4Cl (normale par exemple); on constate alors qu'à l'ébullition il se dégage $4AzH^3$ et l'on trouve en solution le mercure à l'état de $HgCl^2$ qu'on peut séparer sous forme de chlorure double de mercure et d'ammonium, ancien sel Alembroth des alchimistes. Ce mode de décomposition est réversible. La concentration en AzH^3 qui limite la réaction est faible et difficile à préciser.

Le même fait s'observe avec le composé $AzHg^2ClH^2O$ en présence du AzH^4Cl à l'ébullition. Mais, si l'on opère avec le composé $AzHg^2ClH^2O$ seul, on constate avec le dégagement d'ammoniaque, la production simultanée de chlorure mercurique et d'oxyde de mercure. Suivant l'équation

$$2AzHg^2ClH^2O + 2H^2O = 2AzH^3 + HgCl^2 + 3HgO. \quad (4)$$

De telle sorte que, dans l'action de l'eau à l'ébullition sur les composés

$$AzHg^2Cl.AzH^4Cl \quad \text{et} \quad AzHg^2Cl.3AzH^4Cl,$$

ce sont les deux réactions (3) et (4) qui interviennent.

De cet ensemble de faits il résulte :

1° Que les composés

$$AzHg^2Cl.AzH^4Cl \quad \text{et} \quad AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$$

en présence de l'eau à la température ordinaire se comportent comme de véritables sels doubles, ce qui autorise l'hypothèse faite sur leur constitution par Rammelsberg et Pesci, sous la réserve que les données thermochimiques relatives au composé $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$ en particulier indiquent que le groupement AzH^4Cl est uni au groupement $AzHg^2Cl$ avec mise en jeu d'une quantité d'énergie plus forte que celle qu'on observe habituellement dans la formation des sels doubles : ce qui permet de supposer l'existence de radicaux complexes au sein de cette molécule. Il est d'ailleurs à noter que cette décomposition est limitée dans ce composé $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$ par une concentration très faible de la solution en chlorure d'ammonium.

2° Qu'en présence de l'eau à l'ébullition le radical $AzHg^2$ tend à se disloquer en donnant ses composés générateurs : AzH^3, $HgCl^2$ et HgO ; comme je l'ai observé dans le cas de la base de Millon, ce qui tend à généraliser cette notion de l'instabilité du radical hypothétique $AzHg^2$ dans ces conditions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Établissement de la formule de constitution de la fénone.* Note de MM. **L. Bouveault** et **Levallois**, présentée par M. A. Haller.

Un grand nombre de travaux ont été publiés sur la fénone $C^{10}H^{16}O$, acétone cyclique extraite de l'essence de fenouil, et sur ses dérivés; malgré cela, sa constitution n'a jamais été établie. Deux formules se partagent la faveur des chimistes :

```
          CH³
          |
          C                              CH
        / | \                          / | \
  CH²/    |    \CO              CH²/     |     \CO
     |   CH²   |                   | CH³—C—CH³ |
  CH²|    |    |C<CH³           CH²|     |     |CH — CH³
      \   |   /   CH³               \    |    /
        \ | /                         \  |  /
          CH                             CH
```

la première est due à M. Semmler, la seconde, la plus ancienne en date, à M. Wallach.

Récemment, M. Semmler (*D. ch. Ges.*, t. XXXIX, p. 2577; *Bul. Soc. chim.*, 4e série, t. II, p. 1127) a montré que l'amidure de sodium se fixe sur la fénone dissoute dans le benzène en donnant un dérivé sodé que l'eau décompose en soude et une amide nouvelle qu'il a appelée *dihydrofencholèn-amide*. Sans faire aucune hypothèse, on peut représenter ces deux réactions successives par les équations

$$C^9H^{16}CO + AzH^2Na = C^9H^{16}C\begin{cases} ONa \\ AzH^2, \end{cases}$$

$$C^9H^{16}C\begin{cases} ONa \\ AzH^2 \end{cases} + H^2O = NaOH + C^9H^{17} - CO - AzH^2.$$

La fénone est une acétone saturée se rattachant à un carbure $C^{10}H^{18}$, par conséquent bicyclique; le nouveau produit est l'amide d'un acide $C^9H^{17} - CO^2H$ qui est également saturé, se rattachant à l'hydrocarbure C^9H^{18} qui ne peut être que monocyclique; il faut donc que la fixation d'ammoniaque, qui a donné naissance à la nouvelle amide, ait eu pour résultat de rompre l'une des deux chaînes continues dans la molécule de la fénone.

Nous avons traité cette amide par le brome et la soude (méthode d'Hofmann) dans le but d'obtenir l'amine $C^9H^{17}AzH^2$ que nous appelons l'*aminoapofénane* ou *apofénylamine*. On obtient, dans ces conditions, au lieu de l'amine attendue, l'urée symétrique qui en dérive, la *diapofénylurée*

$$CO\begin{cases} AzH - C^9H^{17} \\ AzH - C^9H^{17}, \end{cases}$$

composé très bien cristallisé, peu soluble dans l'alcool, fondant à 168°-169°.

Cette urée, chauffée avec de l'acide sulfurique à 50 pour 100 bouillant, se décompose intégralement suivant l'équation

$$CO(AzHC^9H^{17})^2 + SO^4H^2 = CO^2 + SO^4(AzH^4)^2 + 2C^9H^{16}.$$

L'hydrocarbure $C^9H^{16} + H^2O$, l'*apofénène,* est un liquide à odeur terpénique, bouillant à 143° à la pression ordinaire $d_0^4 = 0,812$, $\alpha_D = 62°$, donnant, avec le gaz chlorhydrique en solution alcoolique, un *chlorhydrate* bouillant à 60° sous 8mm, $d_{18}^4 = 0,9275$.

Cette formation d'hydrocarbure montre que l'aminoapofénane est décomposée par l'acide sulfurique bouillant avec arrachement d'ammoniaque,

ce qui rend très probable que le groupement AzH^2 y était attaché à un atome de carbone tertiaire.

Nous avons oxydé à froid l'apofénène au moyen du permanganate de potassium neutre. Du mélange acide ainsi obtenu nous avons isolé, par le moyen de sa semicarbazone, un acide cétonique répondant à la formule $C^9H^{16}O^3$. Cette *semicarbazone*, fondant à 175°-177°, est peu soluble dans l'alcool; on en régénère facilement l'acide correspondant par traitement à l'acide chlorhydrique bouillant. Cet acide cétonique contient le groupement $COCH^3$; traité par le brome et la soude, il se transforme intégralement en bromoforme et en acide bibasique qui a pu être identifié avec l'*acide β-isopropylglutarique* et qui fond à 100°.

L'acide bibasique étant de formule symétrique, l'acide acétonique $C^9H^{16}O^3$ ne peut avoir pour constitution que

$$\begin{array}{c} CH^3-CO-CH^2-\underset{\displaystyle\underset{\displaystyle CH^3\ \ CH^3}{\overset{|}{CH}}}{\overset{}{CH}}-CH^2-CO^2H. \end{array}$$

Celle de l'apofénène s'en déduit immédiatement, l'oxydation de cet hydrocarbure pouvant être représentée par l'équation

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} CH^3\ \ CH^3 \\ \diagdown\diagup \\ CH \\ | \\ CH \\ CH^2\diagup\ \ \diagdown CH^2 \\ |\qquad\quad | \\ CH = C - CH^3 \end{array} & + O^3 = & \begin{array}{c} CH^3\ \ CH^3 \\ \diagdown\diagup \\ CH \\ | \\ CH \\ CH^2\diagup\ \ \diagdown CH^2 \\ |\qquad\quad | \\ CO^2H\quad CO-CH^3 \end{array} \end{array}$$

Apofénène.

L'aminoapofénane, ne différant de l'apofénène que par AzH^3 en plus et possédant son groupe AzH^2 lié à un atome de carbone tertiaire, aura pour constitution

$$\begin{array}{c} CH^3\ \ CH^3 \\ \diagdown\diagup \\ CH \\ | \\ CH \\ CH^2\diagup\ \ \diagdown CH^2 \\ |\qquad\quad | \\ CH^2 - C\begin{array}{l}\diagup AzH^2 \\ \diagdown CH^3\end{array} \end{array}$$

ce qui impose pour la dihydrofenchènamide de Semmler la formule

```
     CH³ CH³
       \ /
       CH
        |
       CH
   CH² /  \ CH²
     |     |
   CH² ——— C < CO — AzH²
               CH³
```

Cette formule est précisément celle que Semmler a donnée à ce corps et qu'il a déduite de ses formules de la fénone : les deux formules

```
    CH³ CH³                              CH³
      \ /                                 |
       C                                  C
       | \                             /  |  \
      CH   \                       CH²    |    CO
  CH² / \ CH² \ CO                        CH²
    |     |   /                    CH²    |    C < CH³
  CH² ——— C — CH³                      \  |  /     CH³
                                          CH
```

et

sont, en effet, identiques.

Cette série d'expériences élimine définitivement la formule de Wallach et donne à celle de Semmler une très grande vraisemblance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de* Magnolia Kobus *D. C.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Cette essence a été obtenue par distillation des rameaux d'un arbre du Japon. En 1903, un examen sommaire en a été fait qui a conduit à cette conclusion, que l'odeur fait présumer une teneur élevée en safrol et que, de plus, le produit renferme de faibles quantités de citral (Schimmel, *Bull.*, octobre 1903, p. 82).

L'essence que nous avons étudiée possédait les caractères suivants :

Pouvoir rotatoire (pour une épaisseur de 100^{mm})	$-1°20'$
Densité à 15°	0,9432

Soluble dans 1^{vol} d'alcool à 90°, opalescence par addition de 3^{vol} d'alcool.

Nous avons opéré sur 100g, en vue de l'extraction du citral (agitation pendant 6 heures avec une solution de 350g de sulfite neutre de sodium et de 150g de bicarbonate de sodium dans 3500cm³ d'eau). Nous avons obtenu les résultats suivants :

Poids de la portion non combinée..........	85g,5
Citral calculé par différence...............	14g,5
Proportion de citral dans l'essence.........	14,5 p. 100
Aldéhyde régénérée......................	6g,1

Ce dernier composé est complètement inactif et s'identifie d'une façon parfaite avec le *citral,* ce qui confirme les résultats indiqués plus haut.

Le résidu de l'extraction du citral possède une odeur anisée et une saveur sucrée.

Nous en avons soumis 50g à la distillation fractionnée et obtenu dans une première opération :

I. De 190° à 205° : 19g,5; $\alpha_D = -2°10'$.
II. De 205° à 222° : 17g; $\alpha_D = -1°44'$.
III. De 222° à 235° : 17g.
IV. Résidu.

Sur une autre portion de l'essence privée d'aldéhydes, nous avons dosé les éthers ainsi que l'alcool total, et trouvé :

	Pour 100.
Teneur en éther de la portion non aldéhydique de l'essence (en $CH^3-COOC^{10}H^{17}$)	0,8
Teneur en éther de l'essence primitive.......................	0,7
Teneur en alcool (exprimée en $C^{10}H^{18}O$) de la portion non aldéhydique de l'essence...	6,6
Teneur en alcool de l'essence primitive	5,6

Des fractions III et IV on a isolé, par de nouvelles rectifications, une partie bouillant à 230°-232°. Celle-ci possède nettement l'odeur et la saveur sucrée de l'anéthol; elle se solidifie par refroidissement, mais il a été impossible d'élever son point de fusion jusqu'à + 22°, probablement à cause de la présence d'un peu d'estragol, principe qui paraît exister surtout dans la fraction II (on observe, en effet, un arrêt aux environs de 215°).

L'identification avec l'anéthol, $C^6H^4\begin{cases}CH = CH - CH^3 & (1)\\ OCH^3 & (4)\end{cases}$, du composé solide bouillant à 230°-232° a été effectuée de la façon suivante :

1. On a oxydé 5g du produit au moyen d'une solution portée à la température de 50° et renfermant 25g de bichromate de potassium et 50g d'acide sulfurique pour 100g d'eau. On a agité, laissé refroidir, décanté, lavé à l'eau le dépôt solide, enfin purifié celui-ci par deux cristallisations dans l'eau bouillante. La saturation de 0g,179 de

l'acide ainsi isolé a exigé $2^{cm^3},35$ de potasse demi-normale; on en déduit, pour le coefficient de saturation (nombre de milligrammes de KOH nécessaires pour saturer 1^g d'acide), le nombre 367,6. La théorie indique 368,4 pour l'acide anisique $C^8H^8O^3$. Ces deux nombres sont aussi concordants que possible. Le point de fusion de l'acide en question est bien 184°, c'est-à-dire celui de l'acide anisique, $C^6H^4\begin{cases}COOH & (1)\\ OCH^3 & (4)\end{cases}$.

2. En ajoutant du brome en solution chloroformique au produit à identifier, dissous lui-même dans le chloroforme et refroidi, on a obtenu, après évaporation spontanée du chloroforme, une huile brune qui, par addition d'un peu d'éther de pétrole, s'est prise en masse. On a fait cristalliser ce produit dans l'éther de pétrole et obtenu ainsi des aiguilles blanches, fusibles à 66°-67°, de dibromure d'anéthol,

$$C^6H^4\begin{cases}CHBr - CHBr - CH^3\\ OCH^3\end{cases}.$$

L'*anéthol* se trouve donc dans l'essence de *Magnolia Kobus* D. C. (Kobushi), dont il est le principal constituant.

En résumé, l'essence de Kobushi renferme notamment du *citral* (environ 15 pour 100) et de l'*anéthol*.

MINÉRALOGIE. — *Sur le Volcan du Siroua (Anti-Atlas marocain)* (1). Note de M. **Louis Gentil**, transmise par M. A. Michel Lévy.

Le Djebel Siroua forme un massif puissant situé au sud du Haut-Atlas marocain et qu'il faut considérer comme la naissance d'une chaîne moins importante, l'Anti-Atlas.

Il a été contourné à grande distance, en 1862, par l'explorateur allemand Rohlfs, et c'est en 1871 que le voyageur anglais Hooker vit de très loin, du Djebel Tiza, sommet élevé du Haut-Atlas, la chaîne méridionale à laquelle il a donné le nom d'Anti-Atlas et, dans l'Est, le Siroua. Von Fritsch (1872) aperçut du Tizi n Tar'rat « une haute crête montagneuse couverte de neige ». Mais c'est au vicomte de Foucauld que revient l'honneur d'avoir donné sur ce massif les renseignements les plus intéressants et de l'avoir désigné sous son vrai nom. L'illustre explorateur français a, en 1883, vu le Djebel Siroua à des distances de 60^{km} à 100^{km}.

J'ai eu la bonne fortune, en 1905, lors de ma collaboration à la Mission du Comité du Maroc (Mission de Segonzac), de pouvoir explorer ce massif qui constitue un nœud orographique de premier ordre. Indépendamment

(1) J'exprime ici ma vive gratitude à M. A. Michel Lévy, qui m'a facilité, avec la plus grande bienveillance, l'étude chimique des roches qui font l'objet de cette Note.

de la jonction qu'il établit entre le Haut-Atlas et l'Anti-Atlas, en effet, il sépare les sources de l'Oued Sous de celles de l'Oued Draa, et son point culminant, dont j'ai pu mesurer approximativement l'altitude, s'élève à 3300^m environ. Je me propose, dans cette Note, d'étudier la composition et la structure géologique de cette imposante montagne.

Le Djebel Siroua forme un vaste volcan sur l'âge duquel je ne saurais me prononcer, à cause de l'absence de terrains tertiaires au contact, mais que je considérerais volontiers comme néogène en me reportant à sa forme et à son état de conservation. D'épaisses coulées de laves et des tufs de projection, traversés par des dykes, forment l'appareil externe du volcan qui repose sur un socle cristallin, vaste pénéplaine dont j'étudierai prochainement la composition lithologique. Les déjections du Siroua se succèdent sur une puissance totale de plus de 1000^m; elles recouvrent une vaste superficie que mes constructions cartographiques me permettent d'inscrire dans une circonférence d'au moins 20^{km} de rayon, et leur composition minéralogique paraît, dans l'ensemble, assez homogène. Les roches du Siroua peuvent se grouper en deux séries, l'une trachytique, l'autre phonolitique.

Les types trachytiques sont assez variés. Le plus fréquent d'entre eux est un *trachyte à biotite* rappelant, par son aspect, les trachytes du Puy de Sancy, dans le massif du Mont-Dore. Il montre, au microscope, des phénocristaux d'*apatite* et de *sphène*, rarement de *zircon*, de la *magnétite*, de la *biotite* en voie de résorption, de la *sanidine;* la pâte est constituée par une association de microlites de *magnétite* et de *sanidine* englobés dans un peu de matière amorphe. J'ai recueilli, en outre, un *trachyte à biotite et augite*, un *trachyte augitique à biotite et pyroxène*, un *trachyte à biotite et haüyne*, un trachyte essentiellement feldspathique, sans éléments ferrugineux.

Il convient encore parmi toutes ces roches, caractérisées par leurs silicates ferrugineux ou par la présence de l'haüyne, de séparer toutes celles qui renferment, à côté de la sanidine, un feldspath triclinique représenté par de l'*anorthose*, plus rarement par de l'*oligoclase* ou par ces deux feldspaths réunis.

Enfin, à côté de ces roches trachytiques franchement cristallines, je puis citer de belles *obsidiennes* à phénocristaux de *sanidine*, de *biotite*, d'*augite* dont le verre brun montre de belles cassures perlitiques, des *brèches trachytiques*, des *tufs* résultant de l'agglomération de cendres très vitreuses, etc.

L'analyse chimique du *trachyte à biotite* a donné les résultats suivants: 0,83 TiO^2; 64,95 SiO^2; 17,80 Al^2O^3; 2,69 Fe^2O^3; 1,22 FeO; 1,08 CaO; 1,09 MgO; 4,90 K^2O; 5,65 Na^2O; 0,22 P^2O^5. Total, 100,43. Perte au feu, 0,62. Les paramètres magnétiques, calculés suivant la méthode de M. Michel Lévy, indiquent un *magma syénitique*, méso-potassique, méga-alumineux, ferromagnésien et micro-calcique.

Le type phonolitique est uniformément constitué par une roche très compacte, foncée, offrant des phénocristaux ne dépassant guère 1^{mm} à 2^{mm}, dans une pâte abondante. Au microscope on observe, au premier temps, de rares baguettes d'*apatite*, de grands cristaux d'*haüyne*, de la *sanidine* maclée (loi de Carlsbad), enfin, de grands cristaux assez rares d'*ægyrine* et d'*augite ægyrinique*. La pâte du second temps renferme les mêmes éléments minéralogiques accompagnés de *néphéline* et d'une quantité variable, mais relativement faible, de matière vitreuse. Les pyroxènes ont leurs bords déchiquetés et, à l'état microlitique, ils forment souvent une auréole autour de l'haüyne et de la sanidine en grands cristaux. La structure est entrecroisée dans le cas des échantillons compacts, tandis qu'elle offre une fluidalité très marquée dans les types fissiles, rappelant les plus beaux phonolites connus.

L'haüyne et la néphéline, qui abondent dans la pâte, sont disséminées ou groupées autour des phénocristaux de pyroxène.

L'analyse chimique du *phonolite à haüyne et ægyrine* du puits d'Anou n Daousderm indique (¹) : 0,25 TiO^2; 59,20 SiO^2; 20,40 Al^2O^3; 2,03 Fe^2O^3; 1,09 FeO; 0,82 CaO; 1,40 MgO; 5,02 K^2O; 8,22 Na^2O; 0,20 Cl; traces de P^2O^5; perte au feu, 2,06. Total, 100,68.

Cette composition correspond à un *magma éléolitique*, méso-potassique, méga-alumineux, magnésien-ferreux et micro-calcique.

La composition chimique des deux types extrêmes que j'ai soumis à l'analyse, liés entre eux par le trachyte à biotite et haüyne, montre qu'on se trouve en présence d'une même province pétrographique, caractérisée par des roches riches en alcalis.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la pulpe dite* farine de Netté. Note de MM. **A. Goris** et **L. Crété**, présentée par M. Guignard.

La *farine de Netté* (ou Nété ou Néré), produite par le fruit du *Parkia biglobosa* Benth. (Légumineuses, Mimosées-Parkiées), a été signalée par tous les explorateurs comme une nourriture très appréciée des indigènes de l'Afrique tropicale; c'est d'ailleurs à tort qu'elle porte ce nom de *farine*, car elle ne contient pas d'amidon; il faut la considérer comme une pulpe qui se forme au fur et à mesure de la maturation de la gousse, et dans laquelle sont noyées les semences; d'autres genres de la même famille, les genres *Cassia* et *Tamarindus* par exemple, fournissent des fruits de même apparence : mais, alors que dans ces derniers la pulpe est compacte et

(¹) Les deux analyses ci-dessus ont été faites par M. Pisani.

d'une consistance d'extrait, elle est au contraire chez le *Parkia*, sèche et friable à la maturité.

Composition. — L'analyse de cette pulpe, telle qu'elle nous est parvenue récemment d'un envoi de M. Caille, collaborateur de M. Aug. Chevalier, nous a donné la composition centésimale suivante :

	Pour 100.
Eau	4,90
Cendres	4,96
Phosphates	0,383 (en P^2O^5)
Az total	0,624
Substances solubles dans CS^2	1,30
» dans l'alcool	56,67
» dans l'eau	72,00

Les substances solubles dans les dissolvants des corps gras, le sulfure de carbone par exemple, se présentent sous l'aspect d'une masse jaune rougeâtre, de consistance butyreuse, d'une odeur rappelant celle de la pulpe, mais de façon beaucoup plus intense, et parsemée de cristallisations aiguillées.

Saponifiée par la soude alcoolique, la solution alcoolique de savon obtenue, privée de tout excès de soude par un courant d'anhydride carbonique, fut desséchée puis épuisée à l'éther, pour isoler le savon, insoluble dans ce solvant. La solution éthérée, évaporée à sec, reprise par l'alcool absolu bouillant, abandonne par refroidissement un résidu qui, après purification, se présente sous la forme d'un produit cristallisé, blanc, fusible à 135°, fournissant les réactions de Salkowski et de Schiff et qui est, par conséquent, une *cholestérine,* dont le pouvoir rotatoire $\alpha_D = -26°$ en solution chloroformique.

Les acides gras séparés, provenant de la décomposition du savon, n'ont pu encore être étudiés, par suite de la trop petite quantité de matière isolée.

Les matières solubles dans l'eau se répartissent en deux groupes, suivant leur solubilité dans l'alcool. Nous allons les étudier, en commençant par celles qui sont insolubles dans ce dernier véhicule.

Si l'on traite une macération de pulpe par 2^{vol} ou 3^{vol} d'alcool, on en précipite une matière gélatineuse transparente, qui, lavée à l'alcool-éther, puis séchée, présente, en solution, tous les caractères des *pectines.* Elle précipite (ou donne une gelée transparente, suivant le réactif employé) avec l'eau de chaux, l'eau de baryte, la pectase (suc de carottes), les acétate et sous-acétate de plomb, les sulfates d'ammoniaque et de magnésie, le perchlorure de fer, la soude diluée, suivie d'une addition d'acide chlorhydrique pur. Son pouvoir rotatoire, cendres déduites, est dextrogyre et très élevé, $+226°$. Traitée par l'acide azotique de densité 1,15, elle fournit de l'acide mucique; le liquide distillé provenant de son traitement par l'acide chlorhydrique de densité 1,06 renferme du furfurol en abondance. Elle ne diffère donc en rien des *pectines* déjà étudiées.

Il reste à déterminer la nature du deuxième groupe, comprenant les substances solubles dans l'eau et dans l'alcool.

La poudre, déjà épuisée au sulfure de carbone, est lixiviée au moyen de l'alcool à 90°. Ce véhicule est susceptible d'entraîner en solution 56g,70 pour 100 de substance. Cet extrait alcoolique est à peu près uniquement constitué par un mélange de sucres. Heckel et Schlagdenhauffen ont déjà mentionné ce fait, et avaient indiqué que la farine de Netté renfermait 33,02 de glucose et 7,87 de sucre interverti. Nous sommes arrivés à des résultats bien différents.

En effet, en reprenant notre extrait sirupeux par l'alcool à 85° bouillant, et abandonnant le liquide à lui-même, nous avons pu obtenir une grande quantité de cristaux, qui, séparés du liquide, séchés et purifiés par une nouvelle cristallisation, possèdent les caractéristiques suivantes :

Si l'on prend 1g de ces cristaux séchés à 100° et qu'on les dissolve dans 100^{cm^3} d'eau, on obtient un liquide, ne réduisant pas la liqueur de Fehling, et donnant une déviation polarimétrique à droite de $+1°18'$. Cette solution intervertie réduit une liqueur de Fehling titrée à 0,05 de sucre interverti pour 10^{cm^3}, dans la proportion de $5^{cm^3},4$ de liqueur sucrée pour 10^{cm^3} de Fehling. Elle donne, de plus, une déviation de $-0°24'$ au polarimètre. Une solution de saccharose pur, soumise au même examen, donnerait : avant interversion $+1°20'$, après interversion $-0°25',2$; elle réduirait la liqueur de Fehling dans la proportion de 5^{cm^3} pour 10^{cm^3} de Fehling. On peut donc déduire de ces essais que le corps ainsi retiré à l'état cristallisé est du *saccharose*.

L'étude du liquide alcoolique d'où proviennent ces cristaux nous a amenés à conclure à la présence de trois sucres, saccharose, glucose et lévulose, dans les proportions de : saccharose 25 pour 100 environ, glucose et lévulose 20,50. Il semblerait qu'avec le temps la proportion de saccharose diminue dans la pulpe, car des échantillons anciens nous ont donné des poids bien plus faibles de saccharose. Il est très probable que Heckel et Schlagdenhauffen ont analysé une farine ancienne dont le saccharose aurait été complètement interverti.

Notre examen portait sur une pulpe vieille à peine de deux mois; il y a lieu de supposer que l'analyse d'une farine faite sur place aussitôt la cueillette donnerait une quantité de saccharose encore plus grande.

Quoi qu'il en soit, le fait important de cette étude est d'affirmer la véritable valeur alimentaire de cette pulpe assez riche en matières grasses, en phosphates, et surtout en sucres. Nous devons même attirer l'attention sur ce fait, digne de remarque, que cette matière première est la plus riche en saccharose que nous connaissions : la pulpe de betterave ne renferme que 18 à 20 pour 100 au maximum de saccharose, la canne à sucre un pourcentage, en moyenne, égal, tandis qu'ici ce chiffre s'élève à plus de 25 pour 100 et qu'il est peut-être beaucoup plus élevé dans la farine fraîchement récoltée. Si la farine ou pulpe de Netté peut être produite en quantité considérable en Afrique occidentale, ce produit est susceptible de nombreux usages industriels.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rôle érythrolytique de la rate chez les Poissons.* Note de M. **Richard Blumenthal**, présentée par M. Yves Delage.

L'étude, faite au mois d'août dernier (1), à la station biologique de Roscoff, des rates de Poissons adultes (2) des espèces indiquées ci-dessous, a permis de mettre en lumière les faits suivants :

Espèces étudiées. — A. Sélaciens : *Raja*, *Scyllium*. — B. Téléostéens : *Conger, Solea, Cottus, Zeus, Motella, Tachyrus, Ammodytes, Apteryna.*

Résultats. — A. Chez les Sélaciens, la rate présente l'aspect d'un feutrage de cellules distribuées à travers la trame délicate de l'organe sans ordre apparent bien manifeste. L'organe donne l'impression d'un tissu embryonnaire. Il y a des foyers uniquement constitués de globules blancs ; il ne s'en trouve pas formés par des globules rouges. Les mitoses sont rares. Par places, on constate une dégénérescence pigmentaire des globules rouges, jusqu'à leur réduction en pigment ferrique. Les débris sont phagocytés par des macrophages. Nulle part il n'existe de conglomérats d'érythrocytes détruits.

B. Chez les Téléostéens, une structure plus spécialisée s'affirme au niveau de la rate. La charpente fibreuse y est plus apparente ; les territoires pulpaires, sanguins, s'y délimitent déjà de traînées leucoblastiques qui s'organisent. L'aspect embryonnaire s'efface.

Indistinctement, chez toutes les espèces étudiées, se trouvent *des noyaux volumineux de destruction des globules rouges*. Leur dimension est analogue à celle des corpuscules de Malpighi de la rate des Mammifères. Les débris de pigment hématique sont disloqués, englobés et détruits par les cellules macrophages. Il est à remarquer que souvent la dégénérescence des érythrocytes débute dans les vaisseaux spléniques.

Les mitoses font défaut.

Conclusions. — Quel que puisse être le rôle de la rate chez les Poissons

---

(1) La rédaction de cette Note préliminaire s'est trouvée retardée par suite de circonstances indépendantes de notre volonté. Les faits constatés et les conclusions auxquelles nous avons abouti ont été exposés devant M. le professeur Delage le 27 août 1907.

(2) Nous insisterons dans le travail *in extenso* sur les précautions prises et la technique employée.

au point de vue de la formation des globules blancs (question qui nous occupe en ce moment), nous croyons pouvoir affirmer que, loin de former des globules rouges, la rate des Poissons est normalement le lieu de leur destruction.

PHYSIOLOGIE. — *Modifications du sang provoquées par l'injection d'atropine ou de peptone par le canal cholédoque.* Note de MM. **Doyon** et **Cl. Gautier**, présentée par M. Dastre.

I. Certaines substances déterminent l'incoagulabilité de sang lorsqu'on les fait pénétrer dans l'économie; *in vitro,* elles sont sans action. Nous avons observé que la méthode la plus sûre pour déterminer l'incoagulabilité est d'injecter le poison dans le canal cholédoque.

II. Doyon et Kareff ont démontré que l'*atropine* (sulfate neutre) produit, chez le chien, l'incoagulabilité du sang, la baisse de la pression artérielle et la narcose, lorsque le poison est injecté dans une veine mésaraïque à la dose de 0,01 par kilogramme d'animal. Le sang des veines sus-hépatiques devient incoagulable avant le sang artériel. Injectée dans une veine de la circulation générale ou additionnée au sang *in vitro,* l'atropine est sans action, même à des doses très supérieures.

Même injectée dans une mésaraïque, l'atropine n'agit cependant pas d'une façon constante. Nous avons constaté que le poison détermine par contre régulièrement l'incoagulabilité du sang et la baisse de la pression artérielle (et la narcose) lorsqu'il est injecté dans le canal cholédoque à la dose de 0,01 par kilogramme d'animal. Dans une veine de la circulation générale l'atropine n'agit qu'à de très hautes doses (0,1 par kilogramme d'animal).

III. On enseigne que, pour déterminer l'incoagulabilité du sang, la baisse de la pression artérielle et la narcose, la *peptone* doit être injectée dans les veines. Nous avons constaté que la peptone (de Witte) détermine ces phénomènes même à la dose de $0^{g},01$; $0^{g},008$ par kilogramme d'animal si la substance est injectée dans le canal cholédoque. Avec une dose de $0^{g},005$ on détermine déjà pendant un court moment une baisse de pression et un retard dans la coagulation.

IV. Les faits que nous publions viennent à l'appui de l'intervention du foie dans les modifications du sang provoquées soit par l'atropine, soit par la peptone.

PATHOLOGIE. — *Piroplasmose bacilliforme bovine observée dans les environs d'Alger*. Note de MM. **H. Soulié** et **G. Roig**, présentée par M. Laveran.

Si l'on en juge par la similitude des symptômes, cette maladie est très répandue en Algérie, où elle cause de très grandes pertes. Elle affecte toutes les races bovines, aussi bien les races délicates importées que les races rustiques indigènes. Elle fait son apparition discrètement au mois de mai, augmente graduellement d'intensité pendant l'été, diminue peu à peu en automne et disparaît au cours de l'hiver. Elle sévit particulièrement dans la plaine de la Métidja; elle est rare ou absente sur les coteaux du Sahel.

Elle affecte trois formes cliniques : *suraiguë, aiguë, chronique*.

Dans la *forme suraiguë*, le début est brusque; la fièvre devient rapidement très élevée, atteignant 41°; l'animal perd l'appétit, a une soif ardente; l'intérieur des oreilles prend une coloration jaune safran; la conjonctive et la muqueuse buccale ont souvent une coloration ictérique; la constipation est la règle; l'urine se trouble et devient foncée, quelquefois rouge sang; dans ce dernier cas, elle contient de l'hémoglobine. La mort est la terminaison fatale; elle arrive généralement du quatrième au cinquième jour.

Les débuts de la *forme aiguë* passent presque toujours inaperçus. Une fois caractérisée, la maladie se traduit par les signes suivants : l'appétit diminue, le poil se pique, l'animal maigrit, la rumination cesse. L'urine se trouble, mais ne prend pas une teinte foncée. Dans les cas observés, elle ne contenait pas d'albumine, de bile, ni d'hémoglobine. La fièvre oscille entre 39° et 40°. L'intérieur des oreilles est jaune safran; les muqueuses conjonctivale et buccale sont pâles. Les forces diminuent rapidement et la mort survient au bout de 8 à 10 jours.

Les deux tiers environ des animaux atteints succombent; chez les autres, la fièvre diminue graduellement. Les animaux sont anémiés, amaigris, et leur convalescence est extrêmement longue.

La *forme chronique* s'observe surtout au mois de septembre. Elle succède à la forme aiguë ou à une atteinte légère passée inaperçue. Elle s'accompagne d'une fièvre modérée, d'une coloration jaune de l'intérieur des oreilles et d'une grande pâleur des muqueuses. Cependant, la déglobulisation est modérée. Chez une vache, profondément cachectisée, la numération des globules effectuée après 6 mois de maladie nous a donné les chiffres suivants : globules rouges = 4712000; globules blancs = 15094. La diminution de l'appétit est rapidement suivie de la perte des forces; les animaux présentent une parésie du train postérieur; leur démarche est vacillante; l'amaigrissement devient extrême; chez les vaches laitières, le lait disparaît. Le retour à l'état normal ne s'effectue qu'après plusieurs mois; quelquefois, les animaux finissent par succomber à la cachexie.

Les lésions sont variables. Lorsque la mort est rapide, on trouve une coloration jaune des tissus, surtout de la graisse, sans amaigrissement, qui se manifeste avec d'autant plus d'intensité que la maladie a été plus longue.

Le tube digestif contient peu d'aliments; il ne présente pas de lésions apparentes.

Les organes les plus altérés sont le foie et la rate. Le foie est toujours très hypertrophié; son poids s'est élevé jusqu'à $9^{kg},500$ chez un bovin indigène; le tissu est friable; à la coupe, il a une coloration jaune, d'intensité variable; la vésicule biliaire, très distendue, renferme souvent plus de 1^{l} de bile, tenant en suspension des grumeaux plus foncés. La rate est énorme; son tissu est friable, quelquefois tellement diffluente qu'il est difficile de l'enlever. Chez un taurassin de 1 an, son poids a atteint $4^{kg},200$; chez un bœuf kabyle, le poids était de $4^{kg},550$. Les poumons et les ganglions lymphatiques ne présentent pas de lésions appréciables. Les cavités péricardique et pleurale ne renferment pas de liquide; le péricarde et l'endocarde portent souvent de petites taches hémorragiques. L'atmosphère graisseuse du rein est jaune; l'organe participe lui aussi à cette teinte; il n'est pas hypertrophié et n'offre d'autres lésions macroscopiques que quelques taches hémorragiques, non constantes, de la grosseur d'une tête d'épingle.

Cette maladie paraît être la même que celle que Theiler, Stockmann, R. Koch et d'autres auteurs ont étudiée en Rhodésia, dans l'Est africain, dans le Dar es-Salam. Dschunkowsky et Luhs ont signalé sa présence en Transcaucasie, et Ducloux en Tunisie.

La piroplasmose bacilliforme représente-t-elle une forme anormale de la fièvre du Texas, ou bien constitue-t-elle une entité morbide distincte? Nous avons procédé à un certain nombre d'inoculations dont les résultats nous permettront sans doute de résoudre ce problème.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Essai sur la greffe des tissus articulaires.* Note de M. **Henri Judet**, présentée par M. Dastre.

Dans une série d'expériences sur le lapin, le chien, le chat, nous nous sommes proposé d'étudier l'aptitude à la greffe des cartilages articulaires, de la synoviale et des ligaments.

Expérience I (20 juillet 1906.) — Sur un lapin de 6 mois, nous faisons une arthrotomie du genou. Avec une scie de bijoutier nous réséquons la trochlée cartilagineuse doublée d'une très mince couche d'os. Le fragment réséqué a 19^{mm} à 20^{mm} de long sur 9^{mm} à 10^{mm} de large et 2^{mm} d'épaisseur. Il est déposé dans une compresse stérilisée pendant 30 minutes.

Il est ensuite remis en place et suturé par 3 points au crin de Florence.

Fermeture de l'articulation.

Suites opératoires : aseptiques. — Dans la suite, le membre opéré fonctionne aussi bien que celui du côté opposé; pas de boiterie.

L'animal est sacrifié le 29 janvier 1907; l'expérience a duré 6 mois 9 jours, exactement 193 jours.

Autopsie du genou gauche opéré. — L'articulation est saine au point de vue macroscopique. La trochlée est intimement soudée à l'os sous-jacent, les lignes de suture sont à peine visibles. Le cartilage trochléen est d'aspect absolument normal et remplit son rôle physiologique d'organe de glissement pour la rotule.

Examen histologique. — Le cartilage réimplanté présente très sensiblement la même structure que le cartilage du côté non opéré. Il est dépourvu de vaisseaux, pas de phénomènes de résorption : il y a greffe histologique.

Nous avons tout lieu de croire que cette greffe, vieille de 193 jours, persisterait indéfiniment. En effet (Expérience V), lorsque le cartilage est seulement en état de tolérance aseptique les phénomènes de résorption sont déjà manifestes au bout de 2 mois et demi. Au bout de 5 mois, ils sont très marqués (Expérience II).

Nous nous sommes demandé si la greffe était possible lorsqu'on réimplantait la couche cartilagineuse seule.

Expérience II (3 juillet 1906, lapin de 6 mois). — Résection de la trochlée cartilagineuse non doublée d'os. Reposition immédiate et suture.

28 juillet. Arthrotomie exploratrice; le fragment cartilagineux est intimement adhérent à l'os et sa surface possède un aspect normal. Nous refermons l'articulation.

15 décembre 1906. Au bout de 5 mois et 12 jours (166 jours) l'animal est sacrifié.

A l'autopsie le cartilage réimplanté apparaît rugueux, irrégulier et creusé dans la plus grande partie de sa surface comme à coups d'épingle; les phénomènes de résorption sont manifestes. Histologiquement, tout le cartilage est nécrosé, sa surface est recouverte par une nappe de tissu conjonctivo-vasculaire.

Nous ne pouvons affirmer que le cartilage articulaire pur ne puisse se réimplanter, mais nous croyons que son aptitude à la greffe est moindre que celle du cartilage doublé d'une mince couche d'os. Quoi qu'il en soit, dans les expériences qui suivent, nous avons expérimenté sur du cartilage doublé d'une mince couche d'os.

Expérience III. — Résection complète de la trochlée cartilagineuse d'un lapin. Adaptation et suture sur la plaie osseuse d'une trochlée cartilagineuse (doublée d'une mince couche d'os) provenant d'un autre lapin de même portée.

L'animal est sacrifié au bout de 5 mois.

La greffe réussit en pareil cas tout comme dans l'expérience I.

Expérience IV. — Échange de la trochlée cartilagineuse entre deux animaux de même espèce, mais d'âge très différent.

21 juin 1907. Suture de la trochlée d'un lapin de 5 semaines à la place de la trochlée d'un lapin de 6 mois et *vice versa* (expérience croisée).

Les deux animaux sont sacrifiés au bout de 2 mois.

La greffe existe au point de vue macroscopique et au point de vue histologique. Le cartilage jeune et le cartilage adulte semblent donc être interchangeables.

Expérience V. — Greffe de cartilages articulaires séparés de l'os depuis un laps de temps variable.

Nous avons pu greffer avec succès du cartilage ayant séjourné 1 heure 30 minutes, 2 heures même dans une compresse aseptique sèche ou imbibée de sérum de Hayem stérilisé.

Dans ce même ordre d'idées, nous avons remplacé la trochlée cartilagineuse du genou d'un chien par la trochlée d'un second chien, déposée de suite après résection dans de l'eau salée isotonique stérilisée et laissée 6 jours durant dans ce liquide conservateur à 0°.

L'expérience a duré 2 mois et demi. La greffe n'a pas eu lieu; le cartilage articulaire conservé s'est comporté comme un corps étranger aseptique résorbable (suppression de la cavité articulaire au niveau du transplant, prolifération de la synoviale par des prolongements pénétrant dans le corps étranger).

Nous avons pu greffer, dans les conditions de notre première expérience, des étendues plus considérables de cartilage.

Expérience VI. — Résection temporaire de toute la surface cartilagineuse du fémur. Reposition immédiate sur le même animal.

L'expérience a duré du 23 juillet au 26 octobre 1906 (94 jours).

Le cartilage est greffé sur toute son étendue, sauf au niveau de la partie supérieure de la trochlée, où il s'est ossifié sur une hauteur de 2^{mm}.

Expérience VII. — Résection temporaire de la totalité des cartilages du genou chez le lapin. Reposition immédiate et fixation de manière à reconstituer les surfaces articulaires.

L'expérience a été faite le 24 juillet. L'animal meurt naturellement le 2 octobre 1906. Le cartilage est greffé partout, sauf au niveau de la trochlée où il a complètement disparu pour faire place à du tissu osseux. Le plateau tibial, les condyles fémoraux persistent à l'état cartilagineux. Nous avons essayé à 3 reprises différentes de répéter cette expérience : nous avons eu 1 fois de la suppuration, 2 fois l'expulsion mécanique des fragments

quelques heures après l'opération par les mouvements violents de l'animal à son réveil. Nous n'avons pu réussir jusqu'à aujourd'hui à transplanter la totalité des surfaces articulaires du genou d'un animal (lapin, chien) à la place des surfaces homologues d'un autre animal, mais nous croyons que cette impossibilité est d'ordre matériel et tient à ce qu'il est très difficile d'immobiliser les membres opérés et de maintenir les pansements aseptiques.

En résumé, de cette première série d'expériences nous concluons :

A. Le cartilage articulaire, complètement séparé de l'organisme qui le supporte, est susceptible de se greffer, si on le réimplante à son lieu d'origine (Expériences I, VI et VII).

B. Il est possible de réparer une perte de substance du cartilage articulaire par une opération plastique faite avec un fragment de cartilage (doublé d'une mince couche d'os) et provenant d'un animal de même espèce (Expériences III et IV) [1].

Nous avons tenté des expériences sur la réparation des pertes de substance des cartilages articulaires par la transplantation de fragments provenant soit des cartilages costaux du même animal, soit des cartilages articulaires d'un animal d'espèce très voisine. Nous avons également essayé d'obtenir la greffe simultanée de cartilages et de leur synoviale.

ZOOLOGIE. — *Que sont les* Urnes *des Siponcles?* Note de M. J. **Kunstler**, présentée par M. Alfred Giard.

Des Mémoires successifs ont été consacrés aux Urnes et aux pavillons ciliés des Siponcles depuis quelques années. Aucune solution claire et définitive du problème si délicat de la parenté présumée et de la véritable nature de ces singulières formations ne paraît encore avoir été bien établie. Cependant les auteurs récents semblent bien d'accord pour conclure qu'elles ne sont que de curieux bourgeons cellulaires sessiles ou détachés de la paroi péritonéale. Ils ne parlent pas d'autre chose.

Je citerai plus spécialement le travail de Salensky (*Zool. Anz.*, nov. 1907) qui mé-

(1) Il y a là un fait analogue aux greffes cutanées d'Ollier-Thiersch. Le cartilage (tissu avasculaire) doublé d'une mince couche d'os (tissu vasculaire) se comporte comme l'épiderme doublé d'une couche de derme.

Fig. 1.

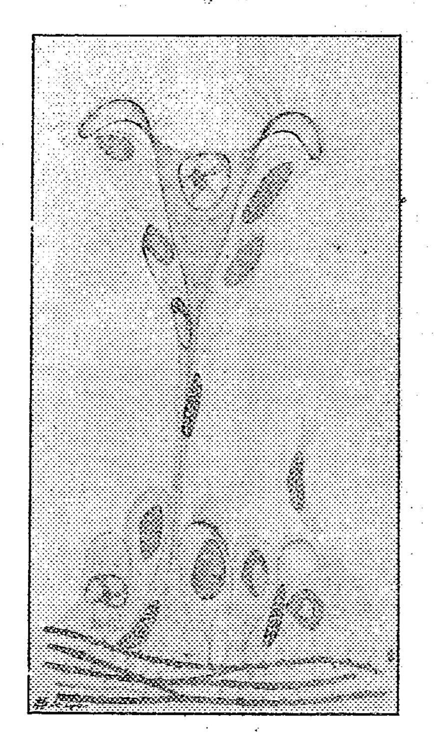


Fig. 2.

Fig. 3.

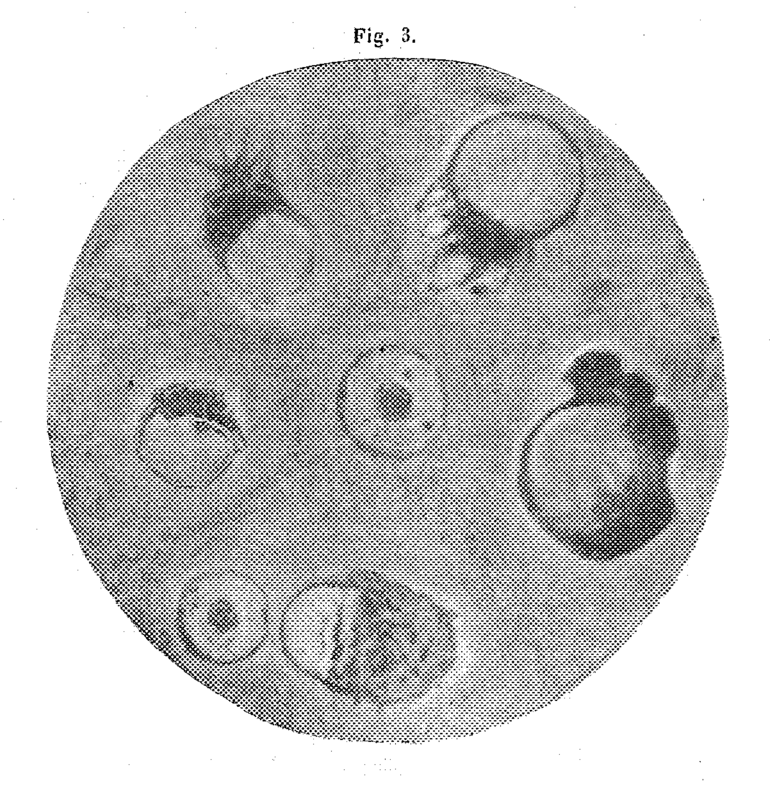
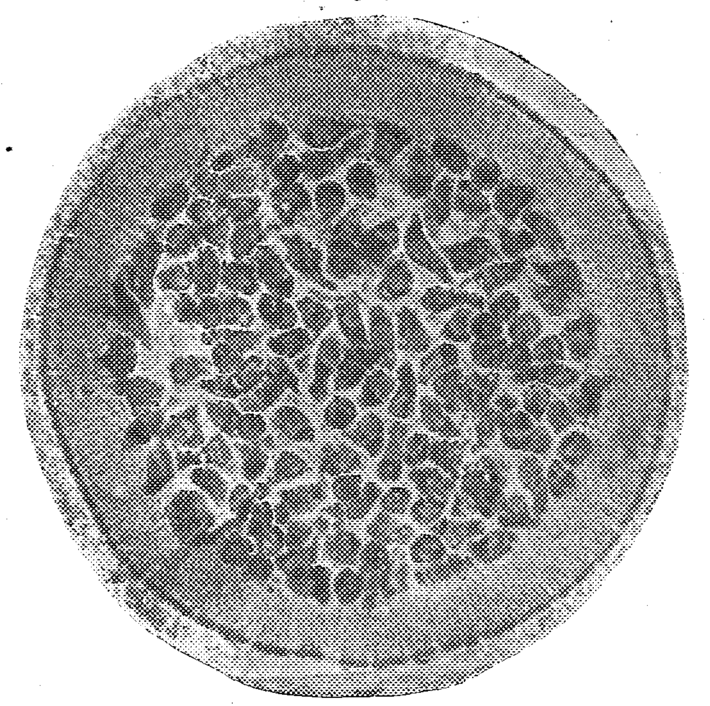


Fig. 4.



connaît délibérément toute l'évolution des Urnes libres. Il donne des schémas fort clairs du développement de ces corps énigmatiques par un processus analogue à celui qu'avaient déjà affirmé Métalnikoff et d'autres, avec cette différence que là où celui-ci avait vu une constitution bicellulaire il reconnaît un état pluricellulaire.

Dans cette Note, je reproduis certaines figures parues de longues années avant son travail, ainsi que des microphotographies que je fais exécuter par mon distingué préparateur M. Gineste. Elles suffiront à établir que les Urnes présentent, dans la cavité générale, un développement qui ne saurait être intercalé entre l'état de pavillons sessiles et celui de formes libres. Il en est d'une simplicité élémentaire et d'une petitesse incomparable; il en est d'autres d'une complexité extraordinaire et de dimensions énormes. Certaines de ces figures établissent aussi que la pluricellularité des pavillons ciliés, incontestable en fait, a été bien vue avant Salensky.

La figure 1 représente un entonnoir cilié pluricellulaire. La figure 2 est la reproduction directe d'un cliché photographique d'une formation analogue. La figure 3 représente un certain nombre de jeunes Urnes encore amiboïdes, fort petites, puisque l'élément sanguin central présente à peu près les mêmes dimensions. La figure 4 montre le fond du disque d'une grande Urne.

PARASITOLOGIE. — *Sur le* Bacillus endothrix, *nouvelle bactérie parasite du cheveu*. Note de M. **Fernand Guéguen**, présentée par M. Guignard.

En examinant les cheveux d'une malade atteinte d'une affection peladoïde du cuir chevelu, j'ai isolé à deux reprises (janvier 1906 et juin 1907) un microorganisme nouveau à la fois par sa localisation et ses caractères biologiques.

La chute des cheveux parasités se produit dès qu'ils ont atteint en moyenne 2^{cm} à 3^{cm}; leurs caractères extérieurs sont ceux des poils peladiques. L'intérieur en est marqué de nombreuses et fines stries longitudinales discontinues, régnant de la base à la pointe de l'organe, mais abondantes surtout dans la partie moyenne plus pigmentée. L'emploi d'un colorant approprié (violet dahlia avec différenciation par l'alcool ou le Gram) montre que ces stries sont formées de courts bacilles ($1^{\mu},5$ à 2^{μ} sur 1^{μ} à $1^{\mu},2$) paraissant quelquefois cocciformes par étranglement, pourvus d'une fine aréole hyaline, et envahissant toute la substance du cheveu sauf l'épidermicule. Dans la moelle existent parfois des amas de bactéries disposés sans ordre apparent; dans l'écorce les organismes sont, au contraire, alignés parallèlement à l'axe du cheveu. L'étude des coupes transversales montre les bacilles répandus dans tout le cortex, de plus en plus

abondants en allant vers l'extérieur, et formant sous l'épidermicule de petits amas dont les éléments demeurent bien distincts. La bactérie semble se tenir dans le ciment intercellulaire.

En déposant verticalement, sur de la gélatine nutritive mise à +22°, de petits tronçons de ces poils, on obtient vers le quatrième jour, à chaque point d'implantation, une colonie bactérienne d'un jaune de chrome. Le bacille croît aisément sur la plupart des milieux usuels, où son aspect et ses dimensions sont analogues à ceux qu'il possède *in situ*. Les cultures jeunes sont formées de courts bâtonnets immobiles, arrondis aux extrémités, dépourvus de cils et munis d'une fine capsule; il ne paraît pas y avoir de spores. Le contenu est homogène au repos; mais, lors de la division, il existe une bande claire, d'où un aspect rappelant celui du *morocoque* de Unna (*Coccus butyricus* de Sabouraud). Le pourtour des cultures sur gélatine renferme souvent des formes longues, dont le contenu se rassemble çà et là en masses ovoïdes de la taille d'un bacille normal, et qui pourraient en imposer pour des spores. Dans les vieilles cultures et aussi sur les milieux peu favorables, on observe des formes d'involution en rein, en courts chapelets à grains inégaux, plus rarement en massue. La bactérie se colore très bien par les violets (violet de gentiane ou mieux dahlia), assez mal par les bleus et surtout par la fuchsine, même à chaud et après mordançage; elle reste colorée par la méthode de Gram.

Sur *bouillon peptoné* apparaît vers le troisième jour un trouble qui s'accompagne bientôt d'un sédiment jaunâtre légèrement visqueux; pas de voile, mais quelquefois un très faible anneau lactescent. Sur *gélatine en piqûre*, colonie d'un jaune de chrome clair, lisse, avec liquéfaction lente d'abord en cupule avec sédiment, puis plus rapide et alors par tranches parallèles; *en strie*, bande brillante, visqueuse, liquéfiant dès le troisième jour avec ruissellement au fond du tube, dépôt muqueux et faible voile crémeux. Sur *Raulin neutre gélatiné*, îlot jaune restant stationnaire dès le troisième jour; pas de liquéfaction. Sur *gélose en strie*, traînée jaune à bords nets, s'élargissant lentement. Sur *pomme de terre simple* (milieu de choix) la culture est visible après 24 heures; finalement on obtient une bande jaune citron atteignant 2^{mm} d'épaisseur, lisse au milieu, grenue et déchiquetée sur les bords. La bactérie gagne toute la surface et pénètre même en profondeur, traversant le substratum; le liquide du fond est trouble avec épais sédiment muqueux. Sur *pomme de terre glycérinée* le développement exige un passage préalable sur pomme de terre simple, il est retardé de plusieurs jours et demeure constamment plus lent qu'en l'absence de glycérine. Sur *carotte*, enduit muqueux diffluent, très abondant, mais que sa couleur rend peu visible. Sur *sérum*, maigre culture sans relief, croissance très lente.

Le *lait* est peptonisé, sans coagulation préalable, en un liquide jaunâtre, clair à la longue avec sédiment bactérien jaune; odeur à la fois caséeuse et rance. L'*albumine*

coagulée n'est pas peptonisée; la culture est à peine appréciable, l'odeur faible rappelle celle des pommes de reinette, mais légèrement vireuse. Dans l'eau peptonée, les nitrates sont réduits en nitrites, et dans le bouillon il y a faible dégagement gazeux : le bacille est donc un dénitrifiant indirect. Il ne produit pas d'indol, n'attaque pas l'urée, ne fait fermenter ni le glucose, ni le maltose, ni le lactose; il sécrète des traces d'un acide indéterminé.

Toutes les cultures, sauf sur le lait et l'albumine, exhalent une odeur animalisée rappelant celle de la colle-forte; toutes également sont plus ou moins visqueuses. Le microorganisme est nettement aérobie; son optimum est entre + 25° et + 30°, mais la croissance s'opère bien à + 22°, assez bien à + 37°; pas de développement à + 41°. Inoculé au cobaye (injection intrapéritonéale de 2^{cm^3} d'émulsion dans l'eau salée) et au lapin (2^{cm^3} dans la veine marginale de l'oreille), le bacille provenant d'une culture sur pomme de terre (troisième repiquage) n'a produit aucun accident au bout de dix jours.

Cet organisme diffère entièrement du bacille séborrhéique et du coccus butyrique de Sabouraud; il paraît offrir quelque ressemblance avec l'*Ascobacterium luteum* trouvé par Babes dans l'air et incomplètement décrit; mais les éléments en demeurent toujours distincts. J'effectue des recherches sur la résistance à divers antiseptiques, le pigment et la toxine du bacille que j'ai isolé.

PARASITOLOGIE. — *Sur une Laboulbénaciée :* Trenomyces histophtorus *n. g., n. sp., endoparasite des Poux* (Menopon pallidum *Nitzsch et* Goniocotes abdominalis *P.*) *de la Poule domestique*. Note de MM. **Édouard Chatton** et **François Picard**, présentée par M. Roux.

Les Laboulbéniacées sont des Champignons exclusivement entomophiles, généralement rangés parmi les Ascomycètes quoiqu'ils s'en écartent par la présence d'organes sexués différenciés : anthéridies productrices d'anthérozoïdes et périthèces donnant après fécondation des ascospores. Ces organes et les appendices stériles qui les accompagnent sont portés sur un thalle pluricellulaire ou *réceptacle,* lui-même supporté par une cellule conique ou *pied,* indurée et pigmentée en noir à son sommet, par lequel elle s'insère sur la cuticule de l'hôte sans y pénétrer.

Thaxter (¹) a vu chez *Laboulbenia Hageni* la membrane du pied amincie au contact de la chitine et il admet que l'absorption des nutriments du cham-

(¹) *Memoirs of the American Academy of arts and sciences*, t. XII, 1896.

pignon se fait à ce niveau. Le parasite provoquerait simplement « a contagious cutaneous disease » encore qu'aucune lésion n'ait été constatée au point d'attache.

Un très petit nombre de formes (5 espèces sur 391) paraissent contracter avec l'hôte des rapports plus intimes : chez *Helmintophana nycteribiæ* Peyritsch (¹) décrit une grosse cellule pédieuse sphérique non pigmentée, s'insérant sur la chitine par une face amincie; Thaxter trouve : chez *Coreomyces corisæ* « a receptacle attached by more or less rhizoid-like foot », chez *Herpomyces chætophilus* ♀ des réceptacles secondaires « giving rise to simple or very rarely branched haustoria which penetrate the wall of the spine... », chez *Moschomyces insignis* « a sucker-like compact mass of parenchymatous cells penetrating the soft chitin of the host » et chez *Rhizomyces ctenophorus* « rhizoid-like outgrowths which penetrate the body cavity ». Les descriptions et les figures de Thaxter montrent qu'il s'agit là d'organes toujours réduits auxquels l'auteur attribue un rôle de fixation autant qu'un rôle d'absorption.

La Laboulbéniacée que nous avons trouvée sur *Menopon pallidum* Nitzsch et sur *Goniocotes abdominalis* P., Mallophages recueillis sur des Poules domestiques à Banyuls-sur-Mer, est remarquable par le développement beaucoup plus grand de son appareil pédieux qui s'étend et se ramifie dans les tissus en y provoquant des phénomènes de dégénérescence. La partie interne du champignon forme ici une masse totale aussi considérable que sa partie externe.

Trenomyces est dioïque, mais le thalle est identique dans les deux sexes. Il se compose d'une file de quatre cellules : 1° la cellule basale ou pédieuse, de beaucoup la plus grosse, est sphérique à membrane épaisse et non pigmentée. Au travers de la cuticule elle enfonce un tronc qui se renfle sous celle-ci en un bulbe. Accolés à ce bulbe et communiquant directement avec lui par des isthmes retrécis, se trouvent plusieurs bulbes plus petits qui donnent eux-mêmes naissance à des ramifications noduleuses de plus en plus ténues, puis effilées en tubes très fins terminés par une extrémité mousse. Tout cet appareil est continu; il forme un réseau très dense qui s'étend parfois sur la moitié de la largeur de l'Insecte; 2° la cellule subbasale, polygonale, peu développée et cachée par le pied des anthéridies; 3° deux cellules stériles constituant un organe terminal très particulier en forme de ciboire. L'axe de cette file de cellules est l'axe primitif de la spore qui, on le verra, n'est pas normal à la surface du substratum.

C'est aux dépens de la cellule subbasale que se développent par cloisonnement direct les premiers organes reproducteurs. Ceux-ci donnent à leur tour naissance aux

(¹) *Sitzungsber. der Kaiser. Akad. der Wissenchaft*, t. LXIV, 1873.

autres par division de leur cellule basilaire, de sorte que les plus jeunes sont les plus éloignés du centre. Les cellules basilaires des organes reproducteurs forment, à la surface de la grosse cellule basale, une assise que l'on considérerait à tort comme faisant partie du réceptacle.

Les anthéridies en forme d'amphores sont du type composé. Elles comprennent, de la base au sommet, une cellule basilaire polygonale, une cellule pédiculaire (stalkcell) allongée, quatre petites cellules intermédiaires et sept cellules anthéridiales prismatiques produisant à leur extrémité distale des files d'anthérozoïdes cubiques et immobiles qui s'échappent par le col de l'anthéridie.

Les périthèces sont à considérer à l'état jeune et non fécondé et à l'état sporulé. Les premiers sont des organes claviformes, à trichogyne latéral. On y voit une cellule trichophore, une cellule carpogène entourée de quatre cellules pariétales, le tout supporté par la cellule pédiculaire et la cellule basilaire. Dans le périthèce sporulé, le trichogyne et le trichophore ont disparu, la cellule carpogène a donné naissance à deux séries alternantes d'asques tétrasporés issus d'une seule cellule ascogène.

Les spores uniseptées ont une forme bilancéolée très caractéristique. Elles sortent, la grande cellule en avant, et se fixent du côté de celle-ci, non par l'extrémité, mais en un point subterminal et latéral où pousse aussitôt, en perçant la chitine, le rudiment de l'appareil interne. La première cellule stérile et la cellule subbasale résultent du cloisonnement de la partie terminale de la grande cellule. La cellule subbasale produit de très bonne heure le premier organe reproducteur.

Les spores sont expulsées et germent par groupes de deux ou de plusieurs de sexes différents. Mais on trouve aussi des individus isolés qui, lorsqu'ils sont femelles, ne sont généralement pas fécondés et restent stériles.

L'action du champignon sur l'hôte s'étend surtout au corps adipeux dont il amène la dégénérescence complète dans toute la région qu'il pénètre. La graisse et les noyaux disparaissent et les cellules confluent en une masse homogène et caséeuse. Nous n'avons pas constaté d'ailleurs d'autres altérations dans l'organisme des Poux. Il n'y a pas castration parasitaire; le corps adipeux n'est pas en effet un organe essentiel des Insectes.

Trenomyces nous paraît devoir être rangé, dans la classification de Thaxter, parmi les Laboulbéniacées dioïques à anthéridies composées, à côté du genre *Dimorphomyces* dont il se rapproche par son réceptacle à quatre cellules dont les deux terminales stériles. Il en diffère par son trichogyne latéral, l'absence d'appendices stériles et le mode de production des périthèces et des anthéridies et surtout par la constitution de son appareil pédieux. Nous n'attribuons pas une grande importance taxonomique à ce dernier caractère, car il constitue un progrès dans l'adaptation au parasitisme qui s'est réalisé çà et là chez des genres très différents par le reste de leur organisation. *Trenomyces* a effectué son évolution dans cette voie beaucoup plus loin que toutes les Laboulbéniacées connues jusqu'ici.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un lambeau de Lias moyen dans le bassin de la Seybouse (Algérie).* Note de M. **J. Dareste de la Chavanne.**

Jusqu'ici le Lias était considéré comme faisant défaut dans toute la partie orientale de la province de Constantine et dans la Tunisie occidentale. Batna et le massif des Toumiettes, près de Constantine, étaient les localités algériennes les plus à l'Est où cette formation ait été reconnue.

Les régions d'Algérie, s'étendant à l'est de ces deux dernières localités, renferment en plusieurs points du Trias, qui a été décrit par M. Blayac dans les régions de l'oued Cherf, et particulièrement près de Soukarrhas et de Clairefontaine (1). Les terrains les plus anciens, auxquels le Trias était considéré comme servant de substratum, étaient l'Aptien, parfois le Cénomanien, le Sénonien et même l'Éocène. L'absence de Lias dans toute cette région, où une lacune semblait exister depuis le Trias jusqu'à l'Infra-Crétacé, portait à croire à une émersion de cette partie de l'Afrique du Nord à l'époque liasique.

Or, c'est précisément au cœur même de cette région que, chargé par le service géologique d'Algérie de l'établissement de la Carte géologique détaillée dans la région de Guelma, je fus assez heureux pour découvrir, dans le bassin de la Seybouse, un lambeau de Lias moyen fossilifère (2).

Le point en question est situé entre Guelma et Soukarrhas, entre le massif du Djebel Nador au Nord et celui du Djebel Zouara au Sud, que séparent les profondes vallées de l'oued el Hammam et de l'oued R'biba, affluents secondaires du réseau hydrographique du bassin de la Seybouse. La vallée de l'oued el Hammam est creusée à peu près dans l'axe d'un brachy-anticlinal secondaire, orienté du SO au NE. C'est à la faveur du ravinement intense de ces profondes vallées qu'apparaît le Lias. Au sud de la mine de calamine et d'antimoniate de plomb du Hammam Bail's, on observe, sur la rive droite de l'oued el Hammam, une barre de calcaires compacts à stratification peu visible.

Ces calcaires sont en bancs épais, durs, blanc rosé, grisâtres, parfois gris bleuâtre. Les bancs les plus compacts constituent un marbre à grains fins, presque lithogra-

(1) Blayac et Gentil, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. XXV, p. 523. — Blayac, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. VII, p. 272.

(2) J'adresse mes remercîments à M. Varela, directeur de la mine du Hammam Bail's, et à M. Marcotty, ingénieur, qui m'ont gracieusement facilité l'accès de cette région semi-désertique.

phique. D'autres plus sombres, mouchetés de taches rougeâtres, ferrugineuses, sont spathiques et subcristallins avec calcite cristallisée. En certains points, ils offrent une texture bréchoïde totalement différente, comme aspect, des autres calcaires de la région ; leurs caractères lithologiques correspondent à ceux des calcaires du Lias moyen décrit par M. Ficheur dans le Djurjura [1].

Les assises moyennes de cette formation sont fossilifères. J'y ai recueilli ; *Harpoceras* cf. *exiguum* (Fucini); *Harpoceras* sp.; *Belemnites* sp.; *Spiriferina rostrata* (Schloth.); *Spiriferina* cf. *Sicula* (Gemm.); *Waldheimia Catharinæ* (Gemm.); *Terebratula Moorei* (Dav.); *Terebratula* (*Waldheimia*) *numismalis* (Lamk.); *Terebratula* (*Pygope*) *Aspasia* (Meneghini); *Terebratula* cf. *Engelhardti* (Oppel); *Terebratula sphenoidalis* (Meneghini); *Rhynchonella variabilis* (Schloth.); *Rhynchonella* cf. *plicatella* (Sow.); *Discohelix excavata* (Reuss); *Pleurotomaria* cf. *heliciformis* (Deslong); *Pleurotomaria* cf. *angulba* (de Grey); *Trochus* cf. *cupido* (d'Orb.); *Pecten* cf. *Stoliczkai* (Gemm.); *Pecten* cf. *Agathis* (Gemm.); *Patella* sp.

Ce sont les Brachiopodes qui semblent prédominer, comme individus et comme espèces. Les Gastropodes et les Lamellibranches se trouvent aussi en assez grande abondance. Quant aux Céphalopodes, ils paraissent beaucoup plus rares.

Cette faune présente une analogie presque complète avec celle du Lias moyen de Sicile, décrite par Gemmellaro. *Spiriferina rostrata* et *Terebratula numismalis* ont été signalés dans le Lias moyen du Djurjura, et *Pygope Aspasia* a été retrouvé aux environs de Tunis, au Zaghouan, par MM. Ficheur et Haug. La presque totalité de ces espèces appartient à la zone à *Terebratula Aspasia* du Lias moyen.

La puissance de ces calcaires, qui peut être évaluée à 20^m ou 25^m, est inférieure à celle qu'on leur attribue en Kabylie. Orientés dans l'axe du brachy-anticlinal, ils sont recouverts en discordance à l'Est par des marnes, passant vers le haut à des calcaires rappelant par leurs facies les calcaires à Inocérames du Sénonien, et surmontés par les calcaires éocènes. Quant au substratum de ces calcaires liasiques, il est masqué par une puissante formation d'argiles à cailloux roulés et de travertins calcaires, qui remblaient le fond de la vallée anticlinale de l'oued Hammam. Toutefois, à peu de distance, les parties profondes de certains ravins de cette vallée laissent apercevoir les marnes bariolées gypso-salines du Trias, caractérisées par leur facies spécial et les infiltrations salées et saumâtres qui en émanent.

Je serais tenté de rapporter au même âge des calcaires de même facies, situés plus au Nord, et surmontant les marnes bariolées gypso-salines du Trias, dans lesquelles est creusé le lit du Chabet Meklouka. En ce point, ces calcaires, réduits à quelques mètres d'épaisseur, sont séparés des marnes triasiques par une mince assise de plaquettes calcaires, dures, feuilletées et un peu ondulées, qui pourraient représenter l'Infralias. On retrouve une succession à peu près analogue dans les tranchées de la route de Guelma à Soukarrhas, près d'Aïn Safra, entre le Koudiat el Msala et le Dra Serdonne.

Enfin, l'importance de cette formation liasique dans ce brachy-anticlinal est confirmée par la présence de galets de calcaires liasiques à Térébratules, que renferment les

---

(1) E. Ficheur, *Description géologique de la Kabylie du Djurjura*, p. 61.

alluvions du cours inférieur de l'oued el Hammam, et que j'ai recueillis en plusieurs points.

En résumé, il existe un lambeau de Lias moyen fossilifère dans le bassin de la Seybouse, entre Guelma et Soukarrhas, près du Djebel Nador, c'est-à-dire au cœur même d'une région considérée jusqu'ici comme dépourvue de sédiments de cet âge. Ceci prouve qu'au moins jusqu'à la fin des temps liasiques, cette partie de l'Afrique du Nord a été recouverte par la mer.

Ces calcaires liasiques, par leur faune d'Harpocératidés, de Spiriférines, de Térébratules (*Terebratula Aspasia*), et par leur facies, sont identiques au Lias moyen de Kabylie, de Sicile, d'Italie et d'Espagne, en un mot de toutes les régions méditerranéennes occidentales.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur un néotype de* Pinus (Pseudostrobus) Defrancei *Ad. Brong. du Lutétien du Trocadéro (Paris).* Note de M. **Paul Combes** fils.

Le premier débris de pin lutétien des environs de Paris qui ait été décrit est un magnifique strobile provenant du « Banc vert » d'Arcueil et auquel Adolphe Brongniart a donné le nom de *Pinus Defrancei* (¹).

Le type de l'espèce, comme d'ailleurs la plupart des types figurés dans l'atlas qui accompagne la *Description géologique des environs de Paris* de Cuvier et Brongniart, est aujourd'hui perdu, de sorte que tout échantillon de comparaison manque pour les déterminations.

Fort heureusement, en examinant les végétaux fossiles des marnes sableuses à *Modiola (Brachydontes) acuminata* Desh. du Trocadéro, recueillis en 1867 par Munier-Chalmas et conservés au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, nous avons trouvé deux empreintes en creux et leurs moulages en plâtre et en cire, exécutés par Munier, répondant absolument à la figure originale et à la diagnose d'Unger (²) du *Pinus Defrancei*.

Le moulage en plâtre offre l'empreinte d'un strobile incomplet mesurant 9^{cm} de lon-

(¹) Ad. Brongniart, *Mém. du Mus. d'Hist. nat.*, t. VIII, p. 325, *Pl. XVII, fig.* 8 *a*, *b*.

(²) Unger, *Genera et species*, p. 361.

gueur sur 3cm de largeur. Les écailles mesurent au maximum 15mm de largeur et ont la même longueur; ces chiffres sont exactement ceux que l'on relève sur les figures de Brongniart.

Le moulage en cire mesure 3cm,5 × 3cm; il a été pris sur un fragment de la partie moyenne d'un strobile.

Nous avons vérifié la complète similitude de ces restes avec l'échantillon d'Arcueil. Comme dans ce type, le strobile est cylindrique, les écailles ont une apophyse convexe, une carène dorsale aiguë visible malgré la compression, un écusson obtus, large, recourbé et épais.

Accompagnant ces fragments de cônes et leurs moulages, se trouvaient dans la même collection, fort aimablement mise à notre disposition par M. le professeur E. Haug, des empreintes de feuilles de *Pinus*.

Nous avions déjà eu l'occasion d'examiner dans la collection de paléobotanique du Muséum national d'Histoire naturelle les échantillons types, représentés par des feuilles, du *Pinus sequanensis* Wat. (1). Or il y a une complète similitude avec des feuilles de la collection Munier-Chalmas.

Bien que Watelet ait signalé ces feuilles comme étant fasciculées par quatre, elles le sont en réalité par cinq, ainsi qu'il l'a lui-même figuré et que nous l'avons constaté sur ses échantillons et sur ceux de la Sorbonne.

Schimper avait déjà émis l'idée que ces feuilles devaient appartenir à la même espèce que le strobile (2), s'en rapportant pour cela aux figures. Aujourd'hui nous pouvons confirmer cette appréciation d'après l'examen des échantillons eux-mêmes.

Cette association, constatée au Trocadéro et à Arcueil, ainsi que les caractères qui rapportent feuilles et strobiles à la section *Pseudostrobus* Endl., nous obligent à supprimer le *Pinus sequanensis* Wat. de la nomenclature, le mettant en synonymie avec *Pinus* (*Pseudostrobus*) *Defrancei* Ad. Brong.

Le Lutétien parisien ne compte donc plus aujourd'hui que cette dernière espèce, représentée par un néotype bien conservé que nous figurerons d'ici peu et plusieurs cotypes.

---

(1) WATELET, *Pl. foss. du bassin de Paris,* p. 113 (*Pl. XXXII, fig.* 16 et 17).
(2) SCHIMPER, *Paléontologie végétale,* t. II, p. 286.

PALÉOBOTANIQUE. — *Caractéristiques de la trace foliaire dans les genres* Gyropteris *et* Tubicaulis. Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. R. Zeiller.

Le genre *Tubicaulis* a été créé par Cotta en 1832, pour des stipes silicifiés, entourés de leurs frondes, provenant du Permien de la région de Chemnitz. Le genre *Anachoropteris* a été créé par Corda en 1845, pour des pétioles isolés provenant des sphérosidérites de Radnitz. Dans ces deux genres, la trace foliaire possède une masse ligneuse en forme de croissant ou de demi-cercle; les extrémités du croissant sont plus ou moins enroulées et les pôles trachéens sont situés sur le côté convexe. On sait positivement que chez *Tubicaulis* le côté convexe était tourné vers le stipe, et il n'est pas douteux qu'il en était de même chez *Anachoropteris* (¹). La plupart des auteurs, B. Renault, Williamson, MM. C.-Eg. Bertrand et F. Cornaille, M^lle^ M.-C. Stopes ont admis qu'il y avait une parenté plus ou moins étroite entre les *Tubicaulis* et les *Anachoropteris*.

Les reeherches récentes que nous avons faites sur les échantillons étudiés jadis par Cotta, Corda, Gœppert, Stenzel, etc., ont attiré notre attention sur le *Gyropteris sinuosa* Gœpp. du calcaire carbonifère de Falkenberg. Nous avons reconnu que cette espèce est intermédiaire entre le *Tubicaulis Solenites* Cotta et les *Diplolabis*. Nos recherches ont révélé en même temps les différences profondes qui séparent les *Tubicaulis* de la famille des Anachoroptéridées. Nous donnons ci-après les caractères de la trace foliaire des deux genres, qui sont ainsi venus grossir la famille déjà si riche des Zygoptéridées.

Gyropteris Gœppert, *non* Corda. — Pas de plan de symétrie accessoire; apolaire médiane très longue, légèrement courbée, à concavité tournée vers le stipe; deux antennes postérieures très belles, placées dans le prolongement de l'apolaire médiane, mais infléchies vers la face postérieure du rachis; l'ensemble de la masse ligneuse a l'aspect d'une bande sinueuse. Renflements récepteurs postérieurs semblables à ceux des *Diplolabis*. Pièces réceptrices antérieures rudimentaires, se présentant sous forme de deux crochets, situés aux extrémités de l'apolaire médiane, à sa jonction avec les

(¹) Cette conclusion découle de la parenté bien établie qui existe entre les Botryoptéridées et les Anachoroptéridées. On connaît, en effet, des stipes de *Botryopteris tridentata* et de *B. forensis* pourvus de leurs frondes.

antennes postérieures. — Pièce sortante émise tout entière par le renflement récepteur postérieur et orientée perpendiculairement à la pièce mère. Elle a la valeur d'une demi-pièce sortante de *Diplolabis* et possède une structure très semblable à cette dernière; elle a l'aspect d'une chaîne à courbure directe.

Le genre *Gyropteris* peut être considéré comme dérivé du genre *Diplolabis* par perte du plan de symétrie accessoire et atrophie des pièces réceptrices antérieures.

Une seule espèce : *G. sinuosa* Gœpp.

Tubicaulis Cotta. — Lame ligneuse en forme de croissant, à convexité tournée vers le stipe, terminée à ses extrémités par deux renflements récepteurs postérieurs, qui la prolongent exactement. Nous n'avons pas trouvé trace des pièces réceptrices antérieures. La lame ligneuse possède deux pôles fondamentaux, situés du côté convexe, un devant chaque renflement récepteur. Les pôles sont ici beaucoup plus voisins des extrémités de l'arc ligneux que chez *Anachoropteris*. — Pièce sortante émise tout entière par le renflement récepteur postérieur; elle pivote de 90° de manière à s'orienter *perpendiculairement à la pièce mère* et se divise bientôt en deux masses peu volumineuses, dont la structure n'a pas encore pu être élucidée.

Tubicaulis peut être considéré à son tour comme dérivé de *Gyropteris* par simple accentuation des caractères de ce dernier genre.

Espèces : *T. Solenites* Cotta; *T. dubius* Cotta; *T. Rigolloti* B. R. (1). — Nous ne savons pas si le *T. Sutcliffii* décrit par Mlle M. C. Stopes (2) est véritablement un *Tubicaulis* ou un *Anachoropteris*.

Il résulte de ces observations que trace tubicaule n'est nullement synonyme de trace anachoroptéridienne. Les caractéristiques de la trace anachoroptéridienne (et non tubicaule) ont été énoncées par MM. C.-Eg. Bertrand et F. Cornaille (*Comptes rendus*, 1er août 1904, et surtout *Société Botanique de France*, t. LI, août 1904). Les plus importantes sont : 1° l'existence de *pôles en cupules*, situés à la face antérieure de la lame ligneuse à une grande distance de ses extrémités; 2° le mode très particulier d'émission des sorties; 3° l'orientation des pièces sortantes, qui sont parallèles à la pièce mère et identiques à elle. Ces trois caractéristiques se retrouvent dans la trace botryoptéridienne; elles séparent profondément les deux types *Anachoropteris* et *Botryopteris* du type *Zygopteris*.

Toutefois il ne nous est pas défendu de considérer les Anachoroptéridées comme dérivées, elles aussi, des Zygoptéridées par perte du plan de symétrie accessoire. Nous avons en effet rencontré cette suppression du plan

(1) Ce n'est qu'avec les plus expresses réserves que nous plaçons ici le *Grammatopteris Rigolloti* de Renault.

(2) M.-C. Stopes, *A new fern from the coal measures : Tubicaulis Sutcliffii spec. nov.* (1906).

de symétrie accessoire dans trois grandes séries de la famille des Zygoptéridées :

1° *Clepsydropsis-Asterochlœna;*

2° *Clepsydropsis-Ankyropteris;*

3° *Clepsydropsis-Diplolabis-Tubicaulis.*

Dans les deux dernières séries, l'apolaire médiane est courbée et sa convexité est tournée vers le stipe; dans la dernière séric les pièces antérieures deviennent inactives et s'atrophient. Des phénomènes de même ordre ont pu se produire sur un type zygoptéridien peut-être plus ancien que les *Clepsydropsis* et donner naissance aux familles jumelles des Anachoroptéridées et des Botryoptéridées.

M. Guilbaud adresse une *Notice sommaire sur un aéroplane.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 janvier 1908.

Internationale Assoziation der Akademien, 29 Mai bis 2 Juni 1907. Dritte Generalversammlung in Wien, vom 29 Mai bis 2 Juni 1907, unter dem Vorsitze der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bericht über die Verhandlungen. Vienne, 1907; 1 fasc. in-4°.

Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 24 mars 1901. Tome V : *Enquêtes annexes, familles, aveugles et sourds-muets, habitations, forces motrices.* Paris, Imprimerie nationale, 1907. (Offert par M. le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale.)

Essai d'une description géologique de la Tunisie, d'après les travaux des membres de la Mission d'exploration scientifique de 1884 à 1891, par Philippe Thomas; 1re Partie :

Aperçu sur la Géographie physique. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. Albert Gaudry.)

Sur une dent d'origine énigmatique, par M. DE ROTHSCHILD et H. NEUVILLE. Paris, Schleicher frères, 1907; 1 fasc. in-4°. (Transmis par M. Albert Gaudry.)

Lecture des Cartes anglaises et des États-Unis : Indications linguistiques, géographiques et topographiques, par P. POLLACCHI. Paris, R. Chapelot et Cie, 1908; 1 vol. petit in-4°. (Présenté par le prince Roland Bonaparte.)

Résultats de la Mission géologique et minière du Yunnan méridional, septembre 903 à janvier 1904, par M. H. LANTENOIS, avec la collaboration de MM. COUNILLON, MANSUY, LAURENT et ZEILLER. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

The History of the geological Society of London, by HORACE-B. WOODWARD. Londres, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de la Geological Society of London.)

Système silurien du centre de la Bohême, par JOACHIM BARRANDE; 1re Partie : *Recherches paléontologiques.* Continuation éditée par le Musée de Bohême. Vol. IV : *Gastéropodes*, par JAROSLAV PERNER; t. II, texte et planches, 90-175 p., avec 153 figures dans le texte; rédigé en français par A.-S. OUDIN. Prague, 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage du Musée de Bohême, conformément au désir exprimé par Joachim Barrande.)

Höfe um Sonne und Mond in Russland, von ERNST LEYST. Moscou, 1906; 1 fasc. in-8°.

Luftelectrische Zerstreuung und Radioactivität in der Höhle Bin-Basch-Choba in der Krim, von ERNST LEYST. (*Bulletin des Naturalistes de Moscou*; nos 1, 2, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Ueber das Erdbeben von San-Francisco nach den Aufzeichnungen der Seismographen in Moskau, von ERNST LEYST. (*Bulletin des Naturalistes de Moscou*; nos 1, 2; 1906.) 1 fasc. in-8°.

Ueber Schätzung der Bewölkungsgrade, von ERNST LEYST. (*Bulletin des Naturalistes de Moscou*; nos 3, 4; 1906.) 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahren 1903-1906, von ERNST LEYST. Moscou, 1905-1907; 4 fasc. in-8°.

Post's chemisch-technische Analyse. Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung chemischer Betriebe, für Handel und Unterricht, im dritter vermeherter und verbesserter Auflage, herausgegeb. v. BERNHARD NEUMANN. Bd. I, Heft 4. Brunswick, Vieweg et fils, 1908; 1 fasc. in-8°.

The Woltereck process for the production of ammonia by the moist oxidation of peat. Londres, s. d.; 1 fasc. in-12.

Geschichte der Notenschrift, mit 3 Abbildungen, 18 Tabellen und zahlreichen Notenbeispielen im Text, von FRANZ DIETTRICH-KALKHOFF [K.-M. BÄSSLER]. Jauer, Hellmann, 1907; 1 vol. in-8°.

Nova acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ naturæ curiosorum : t. LXXIII, cum tabulis XII; t. LXXXVII, cum tabulis XXVIII. Halle, 1907; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 JANVIER 1908.

Institut de France. Académie des Sciences. *Observatoire d'Abbadia. Observations;* Tome VI : *Observations faites au cercle méridien en* 1906, par MM. VERSCHAFFEL, LAHOURCADE, L. SOUGARRET, SORREGUIETA, GOULART, BEIGBEDER, DUPOUY, et Mlles D. SOUGARRET et L. SOUGARRET, publiées par M. l'Abbé VERSCHAFFEL. Hendaye, Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1907; 1 vol. in-4°.

Cours de Minéralogie, par A. DE LAPPARENT, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; 4e édition revue et augmentée, avec 630 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The eruption of Vesuvius in april 1906, by A. LACROIX. (Extr. de *The Smithsonian report for* 1906, p. 223-248.) Washington, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Louis Agassiz, words spoken by professor WILLIAM JAMES at the reception of the American Society of Naturalists by the President and fellows of Harvard College at Cambridge, on décember 30, 1896. Cambridge, Mass., 1897; 1 fasc. in-8°.

An address at the opening of the theological section of Harvard University Museum, by ALEXANDER AGASSIZ, june 12, 1902. Cambridge, Mass., 1902; 1 fasc. in-8°.

Cahiers du Service géographique de l'Armée, n° 27. *Topographie d'exploration,* par le Général BERTHAUT. Paris, 1907; 1 fasc. in-8°.

Bibliographia Linnæana. Matériaux pour servir à une bibliographie linnéenne, recueillis par J.-M. HULTH; 1re Partie, livr. 1. Upsala, C.-J. Lundström; Berlin, R. Friedländer et fils, 1907; 1 vol. in-8°.

Contribution à la géographie tectonique du Haut-Tonkin : Feuilles de That-Khé, de Pho-Binh-Gia et de Loung-Tchéou, par G. ZEIL. (Extr. des *Annales de Géographie,* t. XVI; 1907.) Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-8°.

Icones Mycologicæ, par BOUDIER; 4e série, livr. 17. Paris, Paul Klincksieck, 1908; 1 fasc. in-4°.

Les Ammonites pyriteuses des Marnes valangiennes du sud-est de la France, par GUSTAVE SAYN. (*Mém. de la Soc. géol. de France : Paléontologie,* t. XV, fasc. 2, feuilles 7 à 11, pl. VIII à X; Mémoire n° 23 (suite), p. 29 à 68.) Paris, 1907; 1 fasc. in-4°.

Lecture et interprétation des radiographies : L'épaule en radiographie, par MAXIME MÉNARD. (Extr. de la *Revue d'Orthopédie.*) Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°.

La loi des petits nombres. Recherches sur le sens de l'écart probable dans les chances simples à la roulette, au trente-et-quarante, etc., en général dans les phénomènes dépendant de causes purement accidentelles, par M. CHARLES HENRY. Paris, laboratoire d'énergétique d'Ernest Solvay, 1908; 1 fasc. in-8°.

Antonio Cabreira, Noticia succinta da sua vida e obras, pelo prof. EMILIO AUGUSTO VECCHI. Lisbonne, 1907; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence du fluorure de sodium cristallisé comme élément des syénites néphéliniques des îles de Los.* Note de M. A. **Lacroix**.

J'ai eu déjà l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur les îles de Los, situées sur la côte de Guinée, vis-à-vis de Conakry. Leur constitution minéralogique, en effet, est remarquable; leur sol est uniquement formé par des *syénites néphéliniques* de types variés. Dans l'une de ces îles (Ruma), la roche éruptive est caractérisée par l'existence, comme éléments normaux, de deux minéraux, fort rares ailleurs : la *lâvénite* et l'*astrophyllite*. De plus, toutes ces syénites présentent de nombreuses variétés, à grains fins ou pegmatoïdes, dont quelques-unes sont riches en *eudialyte*.

M. Villiaume, qui m'a fourni une partie importante des matériaux que j'ai antérieurement étudiés, a bien voulu profiter d'un récent voyage en Guinée pour retourner à Ruma, afin d'y recueillir une collection nouvelle, ayant spécialement pour but de me permettre l'étude des syénites pegmatoïdes et de leurs relations avec les types à grains fins. Il a rapporté au Muséum environ une demi-tonne de gros blocs provenant de la côte nord de l'île. Ces échantillons ont été extraits à l'aide d'explosifs, ce qui a rendu possible l'élimination des portions en contact avec l'air et l'obtention de matériaux d'une fraîcheur exceptionnelle, qui seule a permis la découverte qui fait l'objet de cette Note.

Il m'est possible aujourd'hui d'insister, plus que je ne l'ai fait antérieurement, sur ce fait que ces pegmatites ne se trouvent pas en filons distincts

des roches à éléments fins; elles en constituent de simples facies de variation, affectant la forme de traînées ou de taches et présentant fréquemment avec elles des passages ménagés; par contre, ces roches possèdent souvent une composition minéralogique quelque peu différente. Certaines d'entre elles en particulier sont formées par des éléments de 4^{cm} à 5^{cm} de plus grande dimension (1). Ceux-ci sont surtout constitués par une microperthite de microcline (ne présentant que la macle de l'albite) et d'albite, par de la néphéline et parfois de la sodalite d'un bleu vif; les minéraux colorés : ægyrine, arfvedsonite, astrophyllite, plus rarement biotite, sont toujours peu abondants; la fluorine n'est pas rare. Enfin, il y a lieu de signaler l'*analcime* en grandes masses limpides, atteignant la grosseur du poing, qui doit être considérée au moins en partie, non comme un minéral secondaire, mais comme un élément normal de la roche; elle englobe des cristaux intacts de néphéline et des éléments colorés, mais, dans les géodes, ces derniers sont aussi implantés sur elle; l'étude des syénites néphéliniques de Madagascar m'a déjà conduit à la même conclusion au sujet de la possibilité de l'origine primaire de l'analcime.

Parmi les roches recueillies par M. Villiaume, se trouve un petit nombre d'échantillons d'une syénite à grains très fins, dont la masse grise est parsemée de taches d'un carmin clair, qui font penser tout d'abord à l'existence d'eudialyte; la même substance se retrouve, mais bien individualisée, en plages de 1^{mm} à 3^{mm}, dans une autre roche à grains moyens; sa couleur est alors beaucoup plus foncée : c'est le violet sombre de certains cristaux d'érythrine de Schneeberg.

Ce minéral n'appartient à aucune espèce connue; il est pseudo-cubique et vraisemblablement quadratique; il possède trois clivages rectangulaires, dont un excessivement facile (p); les lames fournies par celui-ci, examinées au microscope, sont d'une magnifique couleur carmin, non pléochroïques, monoréfringentes; elles ne donnent aucune image en lumière polarisée convergente. Les lames parallèles aux deux autres clivages (h^1) offrent un pléochroïsme fort intense, dans les teintes carmin suivant la trace du clivage le plus facile, et jaune d'or parallèlement à la trace de l'axe vertical. Quand les lames ont quelques dixièmes d'épaisseur, elles montrent une biréfringence très faible; n_p paraît coïncider avec l'axe vertical.

---

(1) Ces pegmatites renferment des cavités irrégulières tapissées de produits ferrugineux, qui paraissent résulter de la disparition par altération de ces segrégations, riches en eudialyte, catapléite, ægyrine, que j'ai décrites dans une précédente Note.

Aucun minéral connu n'a une réfringence aussi faible; une mesure effectuée par la réflexion totale a fourni pour la lumière de sodium $n = 1,328$, c'est-à-dire une valeur inférieure à celle de l'indice de réfraction de l'eau.

Le minéral est fragile et se laisse rayer par la calcite. Sa densité est de 2,79.

Chauffé dans le tube, il ne s'altère pas, mais au rouge naissant il se décolore en devenant parfaitement hyalin. Au rouge blanc, il fond brusquement en un liquide très fluide, incolore et transparent, devenant blanc et opaque par refroidissement.

Il se dissout dans l'eau, surtout à chaud, et recristallise par refroidissement en fournissant des cristaux monoréfringents qui sont des cubes ou des octaèdres.

La quantité de matière isolée jusqu'à présent n'a pas été suffisante [1] pour en permettre une analyse quantitative complète, mais les essais qualitatifs montrent que le minéral est essentiellement constitué par du *fluorure de sodium* [2]. Les teintes de pléochroïsme sont tellement analogues à celles de la piémontite et de la thulite, qu'il est vraisemblable que la coloration est due à des traces de manganèse, mais je n'ai pu mettre ce corps en évidence; étant donnée la petite quantité de matière soumise à l'essai, les conclusions à cet égard ne sont pas définitives.

Le fluorure de sodium est connu dans la nature sous forme de fluorures doubles alumineux anhydres [3] (cryolite, cryolithionite, chiolite) ou hydratés (pachnolite, thomsénolite, ralstonite), de propriétés différentes de celles de notre minéral; il n'a pas été trouvé jusqu'ici à l'état isolé.

Je propose de désigner ce nouveau minéral sous le nom de *villiaumite*, en l'honneur de l'explorateur auquel je dois tant d'intéressants matériaux d'étude recueillis en Guinée ou à Madagascar.

Le traitement de 1^{kg} de roche par l'eau distillée bouillante permet d'en extraire environ $3^{g},5$ de sels solubles, en grande partie constitués par du NaF, qui cristallise de la dissolution en octaèdres portant de petites faces du cube, et possédant des clivages cubiques. Il existe aussi un peu de $NaCl$. La villiaumite constitue une forme différente du fluorure cubique, qui possède une densité un peu plus faible (2,76) et un indice de réfraction très voisin : $n = 1,327$ (sel cristallisé par fusion).

Quelle est maintenant l'origine de ce singulier élément de roche éruptive, qui est soluble dans l'eau? est-elle primaire ou secondaire?

---

(1) L'isolement du minéral, d'ailleurs peu abondant et généralement en cristaux très petits, se heurte à de nombreuses difficultés, dues à son peu de dureté, à sa solubilité, etc.

(2) Il existe des traces de potassium, de calcium et d'un corps précipitable par l'ammoniaque (zircone?).

(3) Tous ont une réfringence très faible, mais supérieure à celle de la villiaumite. L'indice de réfraction de la cryolithionite est sensiblement égal à celui de l'eau.

L'existence d'un nouveau fluorure dans cette syénite néphélinique n'a rien qui doive surprendre, puisqu'il s'y trouve déjà de la fluorine et plusieurs silicates fluorés; la lâvénite en particulier est, en effet, un silicofluozirconate.

Dans cette roche, dont les éléments sont remarquablement frais, la villiaumite joue le rôle d'un élément essentiel; elle est groupée ophitiquement avec les feldspaths, à la façon de l'astrophyllite et de l'arfvedsonite; elle est fréquemment associée à ce dernier minéral, ainsi qu'à la lâvénite, qui ne présente pas traces d'altération. Dans l'hypothèse d'une origine secondaire, il faudrait donc admettre que la nouvelle espèce occupe la place d'une substance inconnue, ayant entièrement disparu.

Il est plus simple peut-être d'admettre l'hypothèse d'une origine primaire; la villiaumite serait, dans ce cas, le dernier témoin des minéralisateurs énergiques, qui ont incontestablement joué un rôle important dans la genèse de cette roche exceptionnelle (celle-ci, en outre des minéraux dont j'ai parlé jusqu'ici, renferme plusieurs espèces que je n'ai pu encore identifier). Il n'est pas sans intérêt d'ailleurs, à ce point de vûe, de rappeler que les divers fluorures doubles que j'ai cités plus haut, la cryolite et ses satellites, sont, aussi bien au Groenland qu'au Colorado, intimement liés à des roches granitiques [1].

Quelle que soit la solution à donner à cette question théorique de l'origine de la villiaumite, dont je poursuis l'étude, il est incontestable qu'en raison de sa solubilité dans l'eau, ce minéral est instable au voisinage de l'atmosphère, surtout dans une région tropicale; aussi n'existe-t-il plus aux affleurements ou à leur proximité. C'est à sa disparition qu'il y a lieu certainement d'attribuer certaines des cavités miarolitiques, qui s'observent dans beaucoup d'échantillons de syénites de Ruma et qui sont identiques à celles dont on détermine la production en traitant, par l'eau bouillante, la roche contenant la villiaumite.

---

[1] Le granite de Pike's-Peak (Colorado) renfermant la cryolite est un granite alcalin à riebeckite.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des oxydes anhydres de strontium et de baryum.* Note de M. DE FORCRAND.

En reprenant les expériences de préparation et de dissolution du protoxyde anhydre de lithium, j'ai indiqué récemment [1] que la chaleur de dissolution de Li^2O (préparé à 800° par la décomposition de ses hydrates ou de son carbonate) était de $+31^{Cal},2$, sa chaleur de formation de $+143^{Cal},32$ et que, par suite, le passage de Li^2O à Li^2O^2 dégageait $+9^{Cal},33$.

J'ai essayé de préciser de la même manière les données correspondantes relatives au strontium et au baryum.

Bien que la possibilité de déshydrater et de décarbonater complètement les hydrates et carbonates de strontiane et de baryte par la seule action de la chaleur ait été signalée à plusieurs reprises, on continue à préparer SrO et BaO par l'ancien procédé de la décomposition des azotates, méthode qui ne peut donner que des produits très impurs.

C'est sans doute pour cette raison que les nombres publiés par les maîtres de la Thermochimie, Berthelot et Thomsen, pour la dissolution dans l'eau de ces oxydes, sont peu concordants et inexacts. D'après Berthelot, on aurait, pour la chaleur de dissolution de SrO et de BaO :

$$+27^{Cal},200 \quad \text{et} \quad +28^{Cal},100$$

et, d'après Thomsen :

$$+29^{Cal},340 \quad \text{et} \quad +34^{Cal},520.$$

Au lieu de ces masses grises et caverneuses que les fabricants livrent aux chimistes sous le nom de *strontiane* ou de *baryte pures*, on obtient aisément des corps pulvérulents, absolument blancs, ressemblant à de la neige carbonique, en maintenant vers 800° pendant plusieurs heures les hydrates de ces deux bases dans un courant d'hydrogène sec.

L'expérience est conduite comme pour la préparation de Li^2O.

Le départ des dernières traces d'eau est cependant plus lent que pour la lithine. Même après plusieurs heures à 800°, les deux oxydes retiennent encore de 0,25 à 0,1 pour 100 d'eau; mais en insistant davantage, ou bien en portant la température vers 850°, les oxydes obtenus, SrO et BaO, sont tout à fait anhydres et purs. La nacelle de platine n'est pas attaquée.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1402, et t. CXLV, 1907, p. 702.

La dissolution dans l'eau demandant un temps trop long, je l'ai effectuée dans l'acide chlorhydrique étendu, ce qui n'exige que 20 à 30 minutes pour quelques grammes de matière. On retranche ensuite du nombre obtenu la chaleur de neutralisation.

J'ai trouvé ainsi, vers $+15^{\circ}$, pour la dissolution de SrO dans 20^{l} d'eau, et de BaO dans 12^{l} :

SrO	$+30^{Cal},800$
BaO	$+35^{Cal},640$ (1)

Le premier de ces deux nombres se confond sensiblement avec celui que donne Li^2O : $+31^{Cal},200$.

Si on les combine avec les chaleurs de dissolution des métaux (M. Guntz), soit : $+99^{Cal},40$ et $+92^{Cal},50$, on obtient le Tableau suivant :

	Cal
$Ca + O = CaO$	$+151,90$
$Li^2 + O = Li^2O$	$+143,32$
$Sr + O = SrO$	$+137,60$
$Ba + O = BaO$	$+125,86$

Ici encore, c'est pour Li^2 et Sr que les deux résultats sont les plus voisins.

Passons maintenant aux bioxydes : CaO^2, Li^2O^2, SrO^2, BaO^2. Leur chaleur de formation à partir des éléments, étant calculée d'après leur chaleur de dissolution chlorhydrique, est indépendante de la chaleur de dissolution du protoxyde. Elle est résumée dans le Tableau suivant :

	Cal
$Ca + O^2 = CaO^2$	$+157,33$
$Li^2 + O^2 = Li^2O^2$	$+152,65$
$Sr + O^2 = SrO^2$	$+152,10$
$Ba + O^2 = BaO^2$	$+145,71$

nombres qui diffèrent moins que ceux de la série précédente, ce qui montre immédiatement que, si l'addition de 1^{at} d'oxygène au métal dégage de moins en moins de chaleur lorsqu'on passe de Ca à Ba, la fixation du second atome d'oxygène sur le protoxyde donne une progression inverse.

(1) Ces nombres sont plus élevés même que ceux de Thomsen : $+29^{Cal},34$ et $+34^{Cal},52$. La différence est évidemment due aux impuretés contenues dans les échantillons préparés par le procédé classique. Un de ces produits (SrO), livré comme pur (Kahlbaum), contenait près de 5 pour 100 d'impuretés : eau, silice, silicates insolubles; il m'a donné seulement $+28^{Cal},25$ comme chaleur de dissolution, au lieu de $+30^{Cal},80$.

On remarquera en outre que l'analogie si souvent constatée entre Li^2 et Sr devient de plus en plus frappante ($152^{Cal},65$ et $152^{Cal},10$).

Enfin, par différence entre les nombres correspondants de chaque série, on trouve :

$CaO + O = CaO^2$	$+ 5^{Cal},43$
$Li^2O + O = Li^2O^2$	$+ 9,33$
$SrO + O = SrO^2$	$+14,50$
$BaO + O = BaO^2$	$+19,85$

Ces trois derniers nombres diffèrent beaucoup de ceux donnés jusqu'ici.

Il serait imprudent d'aller plus loin en cherchant une confirmation de ce dernier résultat (+ 19,85) dans ce que l'on sait au sujet de la dissociation du bioxyde de baryum.

Un peroxyde tel que BaO^2, qui dégage 1^{at} d'oxygène avec une absorption de chaleur de $19^{Cal},85$ (soit 39,70 pour O^2) devrait *bouillir* à + 1050° C. Or M. Le Chatelier [1] a trouvé + 800° environ. Mais il a fait remarquer combien ce phénomène est compliqué : tensions variables, présence de vapeur d'eau, état liquide de la masse, etc. De sorte qu'on ne peut vraiment faire de comparaison entre les deux résultats.

Il est permis seulement de dire que les données que j'apporte expliquent que seul le protoxyde BaO *pourrait* se peroxyder au rouge, et céder ensuite cet oxygène au rouge vif.

Ainsi SrO ne peut pas fixer 1^{at} d'oxygène au rouge, car, d'après sa chaleur de formation, SrO^2 *bout* à 680° environ.

Enfin peut-on avoir une idée de la chaleur de fixation de l'eau sur les protoxydes anhydres ?

A première vue, le calcul est simple. On a en effet :

$CaO + H^2O$ liq. $= Ca(OH)^2$...	$+ 18,1 - 3,0$	$= + 15^{Cal},1$
$Li^2O + H^2O$ liq. $= Li^2(OH)^2$...	$+ 31,2 - 8,93$	$= + 22,27$
$SrO + H^2O$ liq. $= Sr(OH)^2$...	$+ 30,8 - 11,64$ (¹)	$= + 19,16$
	ou $+ 30,8 - 10,1$ (²)	$= + 20,70$
$BaO + H^2O$ liq. $= Ba(OH)^2$...	$+ 35,64 - 12,26$ (¹)	$= + 23,38$
	ou $+ 35,64 - 10,30$ (²)	$= + 25,34$

Tableau qui rapproche une fois de plus le lithium du strontium.

Toutefois je montrerai bientôt que les données relatives aux bases $Li^2(OH)^2$, $Sr(OH)^2$ et $Ba(OH)^2$ sont très incertaines.

(¹) Thomsen.

(²) Berthelot.

Lorsqu'on suit méthodiquement la déshydratation progressive de leurs hydrates, on rencontre des complications qui, sans enlever au rapprochement qui précède sa valeur, nous conduisent à considérer la plupart de ces bases comme des produits polymérisés et qui demandent une étude spéciale.

De tous ces faits résulte, de plus en plus frappante à mesure que l'on examine les détails, l'analogie des deux séries Li^2 et Sr.

Déjà, en 1896, M. Wyrouboff (¹), se basant sur l'isomorphisme des silicotungstates, avait insisté sur le lien de parenté qui semble unir le lithium avec le calcium et les métaux alcalino-terreux; avant lui, M. Troost avait rapproché le lithium du magnésium. On voit, par tout ce qui précède, que c'est plutôt le strontium qui est le plus proche voisin du lithium.

M. A. de Lapparent fait hommage à l'Académie d'une Notice intitulée : *Les deuils de la Science française, Janssen.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1908.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Jérôme Ponti. — MM. Maurice Levy, Darboux, Bornet, Chauveau, Poincaré, de Lapparent, Bouvier.

Prix Houllevigue. — MM. Maurice Levy, Darboux, Mascart, Poincaré, Émile Picard, de Lapparent, Giard.

Prix Estrade-Delcros. — MM. Gaudry, Darboux, Mascart, Poincaré, Becquerel, de Lapparent, Deslandres.

L'Académie procède également à la nomination des Commissions suivantes :

(¹) *Bull. Soc. fr. de Minéralogie,* t. XIX, 1896, n° 7, p. 44.

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences physiques pour l'année 1911. — MM. Perrier, Guignard, de Lapparent, Chatin, Giard, Delage, Bouvier.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1911. — MM. Jordan, Darboux, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de présenter une question de prix Damoiseau pour l'année 1911. — MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Darboux, Lippmann, Poincaré.

Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour l'année 1911. — MM. Maurice Levy, Darboux, Bouquet de la Grye, Troost, Mascart, Becquerel, de Lapparent.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les brochures adressées par le Comité organisateur du quatrième Congrès international de Mathématiques, qui se tiendra à Rome du 5 au 12 avril 1908.

2° *Sur les premiers principes des Sciences mathématiques*, par P. Worms de Romilly.

3° Un Tome des Annales du Musée du Congo : *Contributions à la Faune du Congo; Okapia*, par Julien Fraipont.

4° *Recherches sur les « Liriopsidæ »*, par Maurice Caullery. (Présenté par M. A. Giard.)

5° *Rapport sur une Mission scientifique dans les Jardins et Établissements zoologiques publics et privés de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie, de la Suisse et du Danemark*, par M. Gustave Loisel. (Présenté par M. A. Giard.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le troisième trimestre de* 1907. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Le Soleil a été observé 67 jours pendant ce trimestre, et il en résulte les principaux faits suivants :

Taches. — Le nombre des groupes enregistrés est supérieur de $\frac{1}{3}$ à celui du deuxième trimestre (56 au lieu de 37) et leur surface totale est plus élevée de $\frac{1}{4}$ (6013 millionièmes au lieu de 4816).

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on a 13 groupes en plus au Sud (31 au lieu de 18) et 6 en plus également au Nord (25 au lieu de 19); mais, quoique l'augmentation de la surface tachée se rapporte entièrement à l'hémisphère boréal, où l'on a 2908 millionièmes au lieu de 1699, cette dernière est encore, au total, inférieure à celle de l'autre hémisphère, restée sensiblement stationnaire avec 3105 millionièmes au lieu de 3117.

Les quatre groupes suivants du Tableau I ont été visibles à l'œil nu :

Juillet................	17,0	à −19°	de latitude
»	17,8	−6	»
Septembre............	2,7	+7	»
»	18,2	+7	»

D'autre part, le Soleil n'a été vu sans taches en aucun des jours d'observation.

Régions d'activité. — Malgré un nombre de groupes plus élevé (99 au lieu de 93), la surface totale des facules continue de décroître (108,3 millièmes au lieu de 121,1).

On a noté 59 groupes au lieu de 51 au sud de l'équateur et 40 au lieu de 42 au nord.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet 1907. — 0,00.						Juillet (suite).					
3	1	1,0		+12	9	15	1	18,8	−11		5
27-1	3	1,3		+4	13	20-23	4	19,3	−20		28
5	1	5,0		+15	3	23-26	2	21,9		+12	25
1-12	9	7,3		+3	235	20-31	8	26,1	−8		214
3-5	3	8,0	−7		11	26	1	26,4		+18	2
11-15	4	11,1		+8	45	29	1	29,6	−13		5
15-16	2	12,7		+12	17	26-3	7	29,9		+7	75
20-21	2	15,9	−17		22	31-1	2	30,9	−19		6
10-22	12	17,0	−19		350		23 j.		−13°,3	+10°,1	
11-23	12	17,8	−6		702						

TABLEAU I (suite.) — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Août. — 0,00.			
29- 8	9	2,7		+10	65
29- 8	9	3,0	− 9		57
29- 6	7	4,2	−10		21
5	1	5,4	−10		3
5-13	7	7,1		+ 7	104
12-14	3	11,0		+18	12
5- 9	5	11,3	−14		110
7-19	9	13,8	−20		129
12-17	5	14,0	−10		8
9-22	10	16,0		+15	89
13-24	10	20,1	−24		206
16-26	9	21,9	− 9		97
28-29	2	24,0	−17		34
19-30	11	25,3	−14		145
1	1	27,5	−16		36
30	1	29,1		+16	7
	25 j.		−13°,9	+13°,2	
		Septembre. — 0,00.			
27- 7	10	2,7		+ 7	612
31- 9	6	4,3	−17		74
		Septembre (suite).			
31- 9	4	5,2	−12	+ 7	8
1-11	7	7,4	—	+ 7	89
4-10	3	7,5	−13		9
9-11	3	7,7		+26	130
10-11	2	8,6	− 9		10
5-10	5	10,0	−12		7
6-17	8	11,7	− 7		310
7-11	4	12,0		+16	30
9-17	6	13,9		+10	7
11-21	7	17,0	−23		168
14-24	8	18,2		+ 7	374
19-21	3	20,3		+11	5
17-28	8	23,2	−18		221
17-28	8	23,2		+ 7	153
24-29	4	24,1		+ 8	702
19-29	8	24,2	−15		75
28- 2	4	27,0		+ 6	100
21-28	3	27,4	−12		9
1- 2	2	28,5	−13		25
1- 3	2	29,9		+10	5
	19 j.		−13°,7	+10°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1907.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	»	6	3	9	9	4	5	»	»	»	18	1767
Août.......	»	»	1	5	5	11	5	2	3	»	»	»	16	1123
Septembre..	»	»	1	8	2	11	11	8	2	1	»	»	22	3123
Totaux...	»	»	2	19	10	31	25	14	10	1	»	»	56	6013

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1907.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	2	3	10	4	19	13	6	7	»	»	»	32	30,0
Août.......	»	»	4	9	4	17	13	3	9	»	»	1	30	34,6
Septembre..	»	»	»	6	14	3	23	14	9	4	1	»	37	43,7
Totaux...	»	2	7	25	22	39	49	23	25	4	1	1	99	108,3

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction arbitraire suivant les fonctions de Laplace.* Note de M. **Léopold Fejér**, présentée par M. Émile Picard.

Soit

$$u_0 + u_1 + u_2 + \ldots + u_n + \ldots$$

une série quelconque. Je désigne par

$$\begin{array}{llllll} s_0, & s_1, & s_2, & \ldots, & s_n, & \ldots, \\ \frac{s'_0}{1}, & \frac{s'_1}{2}, & \frac{s'_2}{3}, & \ldots, & \frac{s'_n}{n+1}, & \ldots, \\ \frac{s''_0}{1}, & \frac{s''_1}{3}, & \frac{s''_2}{6}, & \ldots, & \frac{s''_n}{\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}}, & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{array}$$

les suites de Cesàro (modifiées par M. Knopp) de la série considérée, en posant

$$\left.\begin{array}{l} s_n = u_0 + u_1 + \ldots + u_n \\ s'_n = s_0 + s_1 + \ldots + s_n \\ s''_n = s'_0 + s'_1 + \ldots + s'_n \end{array}\right\} (n = 0, 1, 2, \ldots, \infty.$$

Dans les *Comptes rendus* du 10 décembre 1900 j'ai démontré le théorème que, *pour la série de Fourier d'une fonction $f(\varphi)$, satisfaisant à certaines conditions très générales, la limite $\lim\limits_{n=\infty} \frac{s'_n}{n+1}$ existe et représente la valeur $f(\varphi)$.*

Dans les lignes suivantes je veux montrer que, *pour la série*

$$(1) \qquad \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} P_n(\cos\gamma) f(\theta', \varphi') \sin\theta' \, d\theta' \, d\varphi'$$

$$[\cos\gamma = \cos\theta \cos\theta' + \sin\theta \sin\theta' \cos(\varphi' - \varphi)],$$

procédant suivant les fonctions de Laplace, la limite

$$\lim_{n=\infty} \frac{s''_n}{\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}}$$

existe et représente la valeur $f(\theta, \varphi)$, si la fonction $f(\theta, \varphi)$ satisfait à certaines conditions très générales. [*Par exemple, lorsque $f(\theta, \varphi)$ est bornée et intégrable sur la sphère, et continue au point θ, φ.*]

La démonstration repose sur certaines propriétés de la série divergente

$$\text{(A)} \qquad P_0(\cos\gamma) + 3P_1(\cos\gamma) + \ldots + (2n+1)P_n(\cos\gamma) + \ldots,$$

procédant suivant les polynomes de Legendre, et qui joue ici un rôle analogue, comme la série

$$\tfrac{1}{2} + \cos\gamma + \ldots + \cos n\gamma + \ldots$$

dans la théorie de la série de Fourier.

Remarquons d'abord que

$$\varphi(r) = u_0 + u_1 r + \ldots + u_n r^n + \ldots$$

étant convergente pour $|r| < 1$, on a

$$\frac{\varphi(r)}{1-r} = \sum_{n=0}^{\infty} s_n r^n, \qquad \frac{\varphi(r)}{(1-r)^2} = \sum_{n=0}^{\infty} s'_n r^n, \qquad \frac{\varphi(r)}{(1-r)^3} = \sum_{n=0}^{\infty} s''_n r^n, \qquad \ldots.$$

Mais en rappelant l'équation bien connue

$$\sum_{n=0}^{\infty} (2n+1) P_n(\cos\gamma) r^n = \frac{1-r^2}{(1-2r\cos\gamma+r^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1-r^2}{1-2r\cos\gamma+r^2} \, \frac{1}{\sqrt{1-2r\cos\gamma+r^2}},$$

on a, en multipliant les deux membres par $\frac{1}{(1-r)^3}$,

$$\sum_{n=0}^{\infty} s''_n(\gamma) r^n = \frac{1}{(1-r)^3} \, \frac{1-r^2}{(1-2r\cos\gamma+r^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{(1-r)^2} \, \frac{1-r^2}{1-2r\cos\gamma+r^2} \, \frac{1}{1-r} \, \frac{1}{\sqrt{1-2r\cos\gamma+r^2}}.$$

Mais, comme

$$\frac{1-r^2}{1-2r\cos\gamma+r^2} = 2\left(\frac{1}{2} + r\cos\gamma + \ldots + r^n\cos n\gamma + \ldots\right),$$

$$\frac{1}{\sqrt{1-2r\cos\gamma+r^2}} = P_0(\cos\gamma) + P_1(\cos\gamma)\, r + \ldots + P_n(\cos\gamma)\, r^n + \ldots,$$

on obtient

$$(2) \quad g(r) = \frac{1}{(1-r)^2} \, \frac{1-r^2}{1-2r\cos\gamma+r^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{\sin(n+1)\frac{\gamma}{2}}{\sin\frac{\gamma}{2}} \right]^2 r^n \qquad (0 \leqq \gamma \leqq 2\pi),$$

$$(3) \quad h(r) = \frac{1}{1-r} \, \frac{1}{\sqrt{1-2r\cos\gamma+r^2}} = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{2}{\pi} \int_{\gamma}^{\pi} \frac{\left[\sin(n+1)\frac{t}{2}\right]^2 dt}{\sin\frac{t}{2}\sqrt{2(\cos\gamma-\cos t)}} \right\} r^n \qquad (0 < \gamma < \pi),$$

où, pour établir l'équation (3), nous avons appliqué la formule de Mehler

$$P_n(\cos\gamma) = \frac{2}{\pi}\int_\gamma^\pi \frac{\sin(2n+1)\frac{t}{2}\,dt}{\sqrt{2(\cos\gamma - \cos t)}} \qquad \begin{pmatrix} n = 0, 1, 2, \ldots, \infty \\ 0 < \gamma < \pi \end{pmatrix}.$$

Des équations (2), (3) il s'ensuit immédiatement que les séries de puissances $g(r)$, $h(r)$ ont tous leurs coefficients non négatifs, quelle que soit la valeur de γ. Les coefficients de leur produit $\sum_{n=0}^{\infty} s''_n(\varphi)r^n$ ont donc la même propriété. Nous avons donc le théorème suivant :

Théorème I. — *Les sommes de deuxième rang* $s''_n(\gamma)$ $(n = 0, 1, 2, \ldots, \infty)$ *de la série* (A) *sont toutes non négatives, quelle que soit la valeur de* γ.

Soit maintenant $\varepsilon \leqq \gamma \leqq \pi$, ε étant une quantité positive fixe, mais aussi petite qu'on veut. Alors, comme on le voit facilement, tous les coefficients de $g(r)$ sont plus petits que $\frac{1}{\sin^2\frac{\varepsilon}{2}}$, et ceux de $h(r)$ sont plus petits que $\frac{c}{\sin^2\frac{\varepsilon}{2}}$, où c est une constante absolue.

Donc

$$s''_n(\gamma) < (n+1)\frac{c}{\left(\sin\frac{\varepsilon}{2}\right)^4} \qquad (\varepsilon \leqq \gamma \leqq \pi; \quad n = 0, 1, \ldots, \infty),$$

et nous pouvons énoncer le théorème II :

$$\lim_{n=\infty} \frac{s''_n(\gamma)}{\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}} = 0,$$

la convergence étant uniforme dans l'intervalle (ε, π) *quelle que soit la petite quantité positive* ε.

En appliquant ces deux théorèmes, on déduit très facilement que

$$\lim_{n=\infty} \frac{\sigma''_n(\theta, \varphi)}{\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}} = \lim_{n=\infty} \frac{1}{4\pi}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} \frac{s''_n(\gamma)}{\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}} f(\theta', \varphi')\sin\theta'\,d\theta'\,d\varphi' = f(\theta, \varphi);$$

la fonction $f(\theta, \varphi)$ satisfaisant certaines conditions très générales. Je rap-

pelle encore seulement la formule

$$\frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{s''_n(\gamma)}{\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}}\sin\theta'\,d\theta'\,d\varphi' = 1 \qquad \left(\begin{matrix} n=0,1,2,\ldots,\infty, \\ \theta,\ \varphi \text{ arbitraires}\end{matrix}\right).$$

Nous donnerons les détails de la démonstration et des applications aux développements analogues dans un Mémoire plus étendu.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau four électrique à arc, applicable aux recherches de laboratoire.* Note de MM. **Louis Clerc** et **Adolphe Minet.**

Dans le cours de ses études sur la *Lampe Soleil* et sur les fours électriques qui en dérivent (¹), l'un de nous avait constaté que la longueur d'un arc jaillissant dans une cavité ménagée au centre d'une masse réfractaire (chaux ou magnésie) atteint plusieurs centimètres pour des constantes électriques moyennes : 40 ampères, 50 volts, notamment.

En reprenant ces expériences, nous avons fait les deux observations suivantes :

1° Pour une force électromotrice constante (50 à 60 volts par exemple), on peut donner à l'arc une longueur *quelconque,* à condition de faire varier la section transversale de la cavité proportionnellement à une certaine puissance (plus grande que l'unité) de la longueur de l'arc, et, en même temps, l'intensité du courant proportionnellement à une autre puissance (plus petite que l'unité) de cette section. Les valeurs de ces puissances correspondent à une température de l'arc sensiblement constante.

2° L'arc étant bien établi, on peut y introduire un creuset en substance réfractaire conductrice (charbon), ou non conductrice (chaux ou magnésie), sans que l'arc s'éteigne, ni que ses constantes électriques se modifient sensiblement.

Nous avons établi, en outre, un four électrique (²) sur ces bases.

Ce four est représenté, en coupe verticale, par les figures 1, 2 et 3, avec trois positions différentes du creuset.

Il se compose de deux corps principaux AA et F, de forme parallélépipédique, constitués d'une substance réfractaire (chaux ou magnésie).

(¹) Louis Clerc, brevet belge, juillet 1881.

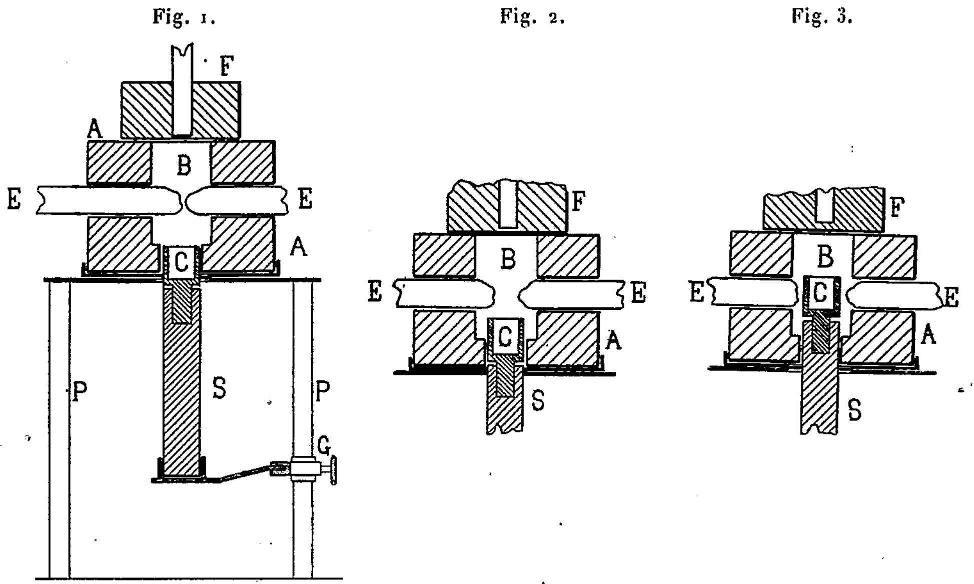
(²) La construction du four Clerc-Minet est confiée à la *Maison Wiesnegg-Lequeux,* de Paris.

Le corps AA est percé, suivant son axe vertical, de deux trous cylindriques : l'un, B, constitue l'enceinte proprement dite, avec, comme dimensions : diamètre 3^{cm}; hauteur 6^{cm}; l'autre, d'un diamètre de 2^{cm}, en prolongement du premier, livre passage au creuset C, ou chambre de réaction, dont la capacité est de 2^{cm^3} environ.

Le creuset est maintenu et dirigé dans l'axe par un support S, fait d'une substance réfractaire non conductrice (chaux ou magnésie) qui s'appuie sur un bras terminé par une glissière G, à vis d'arrêt, pouvant coulisser le long d'un des pieds P de l'appareil.

Le creuset peut, de la sorte, subir un mouvement ascensionnel et occuper une position quelconque dans l'enceinte B, suivant l'écartement des électrodes EE, qui sont en charbon.

Observations. — 1° En employant des puissances électriques de 1 à 2 kilowatts, on peut effectuer, au moyen de ce four, les recherches par voie sèche, à toutes températures, depuis le rouge sombre, le creuset et les électrodes occupant les positions (*fig.* 1) jusqu'à la température de l'arc (*fig.* 3).



Four électrique Clerc-Minet.

2° La capacité du creuset est suffisante dans tous les cas, puisque, suivant la densité des matières traitées, on peut opérer sur 2^g à 40^g de ces matières.

3° Avec des intensités de 30 à 40 ampères, l'arc se maintient malgré l'usure des charbons; on peut, du reste, écarter les électrodes jusqu'à

l'extrême limite sans qu'il s'éteigne, et lorsque, après avoir retiré complètement une électrode de l'appareil, on l'y introduit rapidement, *l'arc se rallume à distance*.

4° Le courant dérivé par les parois du massif portées à la température de fusion de la magnésie est insensible.

ÉLECTRICITÉ. — *Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension*. Note de M. **André Cathiard**, présentée par M. Lippmann.

Nous avons vu (¹) qu'au moyen d'une flamme, il était possible de ne laisser passer qu'une onde sur deux par période, et pour de faibles intensités, d'un courant alternatif à haute tension. Ce résultat est conforme à ce qu'indique l'oscillographe. L'analyse du phénomène montre qu'il se produit, en ce cas, une véritable *désagrégation de la cathode*.

Sur cette cathode, on aperçoit un point très brillant, avec arrachement de matière, tandis que sur l'anode il n'y a qu'une houppe violacée, étalée.

La flamme favorise cet étalement, mais elle a aussi une action désagrégeante manifeste, car si l'on dispose parallèlement et dans un même plan perpendiculaire à la flamme deux électrodes identiques (cylindriques par exemple), et qu'on immerge l'une d'elles dans la flamme (il s'agit toujours d'une flamme ne contenant aucun corps conducteur solide en suspension), *l'électrode immergée est toujours cathode*.

Si l'on transporte la flamme sous l'autre électrode, celle-ci, qui se trouvait anode, devient immédiatement cathode.

Les expériences peuvent être facilement réalisées avec des électrodes cylindriques en charbon, bien homogènes et à grain serré, surtout pour l'anode.

PHYSIQUE. — *Modifications anomales, dans le champ magnétique, des spectres de bandes de divers composés*. Note de M. **A. Dufour**, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note précédente (²) j'ai montré l'existence du changement ma-

(¹) *Comptes rendus*, 1908, n° 1, p. 20.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 118.

gnétique de certaines bandes du *fluorure de calcium*, et signalé en particulier que quelques-unes d'entre elles, quand on observe parallèlement aux lignes de force, se déplacent dans le sens qui correspondrait à des électrons positifs.

Le même phénomène se retrouve dans les spectres des autres fluorures et chlorures alcalino-terreux que j'ai étudiés. Outre les trois fluorures dont M. Fabry (¹) avait décrit le spectre en dehors du champ, j'ai étudié les trois chlorures correspondants : chlorure de calcium, chlorure de strontium, chlorure de baryum.

J'ai employé la même technique que dans l'étude du fluorure de calcium; les produits utilisés sont aussi des corps chimiquement purs du commerce.

On constate ici encore que *toutes les arêtes d'un même groupe se comportent de la même manière*. Je donnerai les longueurs d'onde *approximatives* de l'arête la plus intense de chaque groupe de bandes intéressant. La lettre N, dans le Tableau suivant, indique que chaque arête du groupe présente, parallèlement aux lignes de force, le phénomène habituel. La lettre A signifie que les vibrations circulaires accélérées ont le sens anormal, inverse de celui des courants d'Ampère :

CaF^2	603 A	605 A	606 N	
SrF^2	651 A	653 A	660 (?) N	
BaF^2	495 A	499 A	500 N	
$CaCl^2$	618 A	619 A	621 N	
$SrCl^2$	635 A	636 A	661 A	674 N
$BaCl^2$	514 A			

M. Henri Becquerel (²) attribue les bandes du fluorure de calcium que j'ai étudiées dans ma dernière Note à la présence d'impuretés, que l'on constate en effet dans la fluorine. Cette interprétation paraît difficilement applicable aux nouvelles expériences dont je donne aujourd'hui les résultats. Depuis Mitscherlich (³) les spectroscopistes admettent (⁴) que ces bandes spéciales, que donnent les combinaisons des différents métaux alcalino-terreux avec les halogènes, représentent les spectres de ces composés eux-mêmes, qui ne seraient pas complètement dissociés dans les conditions des expériences.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 578.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 153.
(³) *Annales de Poggendorff*, t. I, 1864, p. 459.
(⁴) KAYSER, *Handbuch der Spectroskopie*, t. II, p. 219 et 222.

Or, dans les recherches faites jusqu'ici sur le phénomène de Zeeman, à part, bien entendu, celles de M. Jean Becquerel, on a étudié surtout des spectres de *corps simples*, des raies par exemple qu'on retrouve à la même place en étudiant les différents sels d'un même métal. C'est peut-être parce qu'il s'agit maintenant de *spectres de composés*, que les changements magnétiques présentent des caractères différents de ceux que nous sommes habitués à constater. S'il en est ainsi, ces résultats pourront être généralisés encore et la recherche des bandes sensibles au champ pourra contribuer au développement de nos connaissances sur ces spectres de composés dont l'étude est encore peu avancée aujourd'hui.

Je dois dire, en terminant, que je suis redevable d'une part de ces remarques à M. A. Cotton.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la réduction de l'indigo par voie électrolytique.* Note de M. **H. Chaumat**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 30 décembre 1907, j'ai décrit un procédé nouveau pour la réduction électrolytique de l'indigo. J'ai cité comme antériorité le procédé de Meister Lucius et Bruning, de 1902. J'ai appris depuis que Goppelsröder avait déjà réalisé, dès 1882, la réduction de l'indigo par voie électrolytique, par un procédé à la fois différent de celui de Meister Lucius et du mien. Les expériences de Goppelsröder ont été publiées dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* de 1884.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sels complexes du fer où le fer est masqué.* Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. Gernez.

On sait que, lorsqu'on ajoute du chlorure ferrique à une solution de pyrophosphate de sodium, le précipité de pyrophosphate ferrique, qui se forme au début, se redissout dans l'excès de sel alcalin, jusqu'à ce que les sels contenus dans la solution soient dans le rapport $\frac{2\,FeCl^3}{3\,P^2O^7Na^4}$.

En ajoutant du pyrophosphate ferrique récemment précipité à une solution de pyrophosphate de sodium, j'ai constaté que la solubilité du sel ferrique était indépendante de la température et de la concentration du sel

de sodium. Quand la solution est saturée, ses constituants sont dans le rapport $\frac{(P^2O^7)^3Fe^4}{3P^2O^7Na^4}$; elle a alors une teinte jaune verdâtre.

Persoz (*Ann. Ch. Ph.*, 3e série, t. XX, 1847) et Milke (*Jahresb.*, t. XVIII, 1865, p. 263) avaient constaté déjà que des solutions obtenues avec le chlorure ferrique et le pyrophosphate de sodium ne présentaient pas les caractères ordinaires du fer. Avec les solutions pures de pyrophosphate de fer dans le sel de sodium, et correspondant au rapport précédent, j'ai retrouvé les mêmes résultats, quoique le fer n'y soit pas masqué vis-à-vis des réactifs réducteurs, tels que l'acide oxalique, le sulfhydrate d'ammoniaque.

J'ai pensé interpréter ces résultats en admettant l'existence dans la solution d'un nouveau sel complexe ; ce qui suit va justifier ces prévisions. Le sel complexe de sodium, qui a la composition $(P^2O^7)^3Fe^4 + 3P^2O^7Na^4$, pourra s'écrire $Fe^2(P^2O^7)^3Na^6$, ce qui le rapproche du ferricyanure $Fe^2(CAz)^{12}Na^6$. Je propose de lui réserver le nom de *ferripyrophosphate* qu'on a donné quelquefois à d'autres pyrophosphates complexes, en particulier au sel $2P^2O^7Na^4, (P^2O^7)^3Fe^4 + 20H^2O$, dont la formule n'est pas comparable à celle des ferricyanures.

Voici quelques-uns des résultats obtenus dans mes essais de préparation des ferripyrophosphates et de l'acide ferripyrophosphorique.

Sel de sodium. — En saturant de pyrophosphate ferrique une solution de pyrophosphate de sodium à 15 pour 100 portée à 30° au plus, on obtient, au bout de quelques jours, un précipité microcristallin, qui prend à sec une couleur violet pâle et a, à 15°, une composition correspondant à la formule $Fe^2(P^2O^7)^3Na^6, 9H^2O$.

Il perd, en effet, 17,89 pour 100 d'eau (théorie : 17,36) et le résidu anhydre contient 14,7 pour 100 de fer (théorie : 14,5).

Le rendement est faible, car bientôt apparaissent les produits de décomposition de la liqueur mère concentrée, sur lesquels je reviendrai bientôt.

En ajoutant un peu de sel marin et d'acide acétique, j'ai obtenu un bon rendement, mais le précipité est légèrement impur ; il contient 0,5 pour 100 de fer en excès.

Sels des métaux non alcalins. — Je les prépare par double décomposition; cette méthode s'applique aussi aux sels d'amines. La couleur, l'hydratation des précipités obtenus les distinguent de suite des mélanges de pyrophosphates ayant même composition. Je citerai entre autres :

Sel d'argent. — Précipité jaune verdâtre, devenant jaune à 100° sans se transformer en phosphate; sa composition est alors

$$Fe^2(P^2O^7)^3Ag^6 + 4H^2O ;$$

on trouve 5,5 pour 100 d'eau (théorie : 5,31) et dans le résidu anhydre 8,7 pour 100 de fer (théorie : 8,73), 51,1 pour 100 d'argent (théorie : 50,5).

Sel de cuivre. — Précipité vert bleu, devenant vert d'eau à sec. A 50°, sa formule est

$$Fe^2(P^2O^7)^3Cu^3 + 12H^2O,$$

car il contient 20,81 pour 100 d'eau (théorie : 20,79) et dans le résidu anhydre 13,5 pour 100 de fer (théorie : 13,6) avec 23,5 pour 100 de Cu (théorie : 22,96).

Acide complexe. — L'acide acétique, en excès modéré, coagule la solution de ferripyrophosphate de sodium. Le coagulum, lavé, a tous les caractères d'un acide, mais contient encore 3 ou 4 pour 100 de sodium, qu'il est impossible d'en retirer.

En chauffant à 50° pendant 12 heures du pyrophosphate ferrique avec les $\frac{2}{3}$ de son poids d'acide pyrophosphorique sirupeux dissous dans l'acétone, on obtient après lavages un corps blanc qui a la composition

$$Fe^2(P^2O^7)^3H^6, 7H^2O,$$

qui au rouge se transforme en effet en métaphosphate de fer, avec perte de 23,7 pour 100 d'eau (théorie : 23,5).

Ce corps donne avec l'eau une solution extrêmement étendue, ne présentant que faiblement les caractères des sels de fer, tant qu'on n'y ajoute pas un acide minéral qui détruit le radical complexe.

Les bases, les carbonates alcalins dilués dissolvent l'acide sans le décomposer avec formation d'un ferripyrophosphate.

J'indique ici, pour prendre date, que, par la même technique, j'ai obtenu le ferropyrophosphate $Fe^2(P^2O^7)^3Na^8$, et que, en remplaçant l'acide pyro- par l'acide métaphosphorique, on obtient encore les ferro- et ferrimétaphosphates $Fe(PO^3)^6Na^4$, $Fe(PO^3)^6Na^3$, en tous points comparables aux ferro- et ferricyanures. On peut même remplacer dans ces sels le fer par le cobalt, le chrome, le nickel.

Les caractères complexes des sels obtenus vont en s'atténuant quand on passe du dérivé pyrophosphorique au dérivé métaphosphorique; la stabilité est maxima pour les sels dérivés du fer, minima pour ceux qui contiennent du cobalt et du nickel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux dérivés de la camphénylone; sa constitution.* Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

La camphénylone $C^9H^{14}O$ a été découverte dans le laboratoire de G. Wagner (J. Maiewski et E. Wagner, *Journ. russe,* t. XXVIII, p. 903; *Bull. Soc. chim.*, t. XVIII, p. 722) au nombre des produits d'oxydation du

camphène. Nous avons fait voir, il y a quelques années (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 93), qu'elle peut être transformée en camphène et en camphre.

Wagner lui a donné une formule de constitution déduite de celle qu'il a proposée pour le camphène (*Journ. russe*, t. XXXI, p. 680; *Bull. Soc. chim.*, t. XXIV, p. 603) :

CH
CH^2 — $C(CH^3)(CH^3)$
CH^2
CH^2 — $C = CH^2$
CH

Camphène.

CH
CH^2 — $C(CH^3)(CH^3)$
CH^2
CH^2 — CO
CH

Camphénylone.

tandis que Bredt et Jagelki (*D. ch. G.*, t. XXXII, p. 1498; *Bull. Soc. chim.*, t. XXII, p. 840) la représentent par le schéma

CH
CH^2
$CH^3—C—CH^3$ CO
CH^2
C
|
CH^3

MM. Blaise et G. Blanc ont adopté la formule de Wagner et ont montré qu'elle expliquait d'une manière satisfaisante les expériences de Jagelki (*loc. cit.*) et les leurs propres (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 164).

M. Semmler a montré récemment (*D. ch. G.*, t. XXXIX, p. 2577; *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. II, p. 1127) que la camphénylone, de même que la fénone (L. Bouveault et Levallois, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 180), fixe l'amidure de sodium en solution benzénique en donnant une substance que l'eau décompose en soude et une amide de formule brute $C^9H^{14}O + AzH^3$ qu'il appelle *dihydrocampholènamide*.

Quand on traite cette amide par l'hypobromite de sodium en solution alcaline on n'obtient que des produits résineux; mais si, employant une méthode décrite par Mˡˡᵉ Elizabeth Jeffreys (*Amer. Chem. Journ.*, t. XXII, p. 14; *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXII, p. 981), on traite par le brome une solution de l'amide et de méthylalcoolate de sodium dans l'alcool

méthylique, on transforme intégralement cette amide en un *uréthane* bouillant à 148° sous 17mm:

$$C^8H^{15}—CO—AzH^2 + Br^2 + 2CH^3ONa = C^8H^{15}—AzH—COOCH^3 + CH^4O + 2NaBr.$$

Cet uréthane constitue un liquide incolore, se concrétant à la longue en beaux cristaux incolores fondant à 26°, et assez difficilement saponifiable. En le chauffant à 120° en vase clos, avec de la potasse alcoolique en excès, on le dédouble cependant en carbonate et une amine $C^8H^{15}—AzH^2$, que nous nommons *apocamphénylamine* ou *amino-apocamphénylane*. Cette amine constitue un liquide incolore, d'odeur spéciale, bouillant à 149° et absorbant, avec une extrême rapidité, l'acide carbonique de l'air, en donnant un dérivé cristallisé. Son chlorhydrate, chauffé avec le cyanate de potasse, donne naissance à une urée bien cristallisée fondant à 163°.

Ce même chlorhydrate, traité par le nitrite de sodium, se décompose, avec une extrême régularité, en azote et en alcool, l'*apocamphénylol*

$$C^8H^{15}AzH^2, HCl + AzO^2Na = NaCl + Az^2 + C^8H^{15}OH + H^2O.$$

Le nouvel alcool est liquide, bout à 81°-82° sous 17mm et est oxydé intégralement par le mélange chromique en donnant une cétone, l'*apocamphénylone*, bouillant à 78°-79° sous 17mm, $d_0^4 = 0,921$, possédant une odeur très caractéristique.

Nous avons caractérisé cette acétone au moyen de la *semicarbazone*, qui fond à 198°, et de son *dérivé dibenzylidénique*, qui forme de beaux cristaux jaunes fondant à 143°.

Ces dérivés cristallisés ont permis de démontrer son identité avec la β-*isopropylcyclopentanone*

```
CH³   CH³
   \ /
   CH
    |
   CH
  /   \
CH²     CH²
 |       |
CH²-----CO
```

qui a été obtenue dans la décomposition de l'anhydride β-isopropyladipique. L'acide β-isopropyladipique, employé comme matière première de cette synthèse, a été préparé par la méthode imaginée par l'un de nous (G. Blanc, Communication particulière).

Il suit de là que l'*apocamphénylol* n'est autre que le β-*isopropylcyclopentanol*, l'*apocamphénylamine* que la β-*isopropylcyclopentylamine*, et la *dihydro-*

campholènamide que l'*amide* de l'*acide β-isopropylcyclopentane carbonique*

$$\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \;\; \diagup \\ CH \\ | \\ CH \\ CH^2 \diagup \quad \diagdown CH^2 \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 \text{———} CH - CO\,Az\,H^2 \end{array}$$

La formation de cette amide, à partir de la camphénylone et de l'amidure de sodium, s'explique parfaitement si cette acétone possède la constitution que propose Wagner :

$$\begin{array}{c} CH \\ CH^2 \diagup \;|\; \diagdown C \langle {CH^3 \atop CH^3} \\ \;\;|\;\; CH^2 \\ CH^2 \diagdown \;|\; \diagup CO \\ CH \end{array} + Az\,H^3 = \begin{array}{c} CH - CH \langle {CH^3 \atop CH^3} \\ CH^2 \diagup \quad | \\ CH^2 \\ CH^2 \diagdown \quad | \\ CH - CO - Az\,H^2 \end{array}$$

Elle serait, au contraire, incompréhensible avec le schéma de MM. Bredt et Jagelki.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ordre d'addition de l'ammoniaque aux α-oxydes organiques de structure asymétrique.* Note (¹) de M. **K. Krassousky**, présentée par M. A. Haller.

L'action de l'ammoniaque sur l'oxyde d'éthylène a été élucidée grâce aux travaux de M. A. Wurtz (²) et de M. L. Knorr (³).

La question n'a pas été étudiée jusqu'ici de savoir si cette réaction est applicable aux α-oxydes en général, et comment se répartissent les éléments de l'ammoniaque lors de la combinaison de ce corps avec les α-oxydes asymétriques.

(¹) Présentée dans la séance du 27 janvier 1908.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXIX, p. 381.

(³) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXX, p. 909.

Les oxydes de propylène $CH^3 - \overset{O}{\widehat{CH - CH^2}}$, d'isobutylène $(CH^3)^2 \overset{O}{\widehat{C - CH^2}}$ et de triméthyléthylène $(CH^3)^2 \overset{O}{\widehat{C - CH}} - CH^3$ peuvent servir de type d'oxydes à structure asymétrique primaire-secondaire, primaire-tertiaire et secondaire-tertiaire.

J'ai étudié jusqu'à présent la combinaison de l'ammoniaque avec les oxydes de triméthyléthylène et d'isobutylène.

L'oxyde de triméthyléthylène bouillant à 74°-75° n'entre point en réaction avec l'ammoniac anhydre. Avec la solution aqueuse à 33 pour 100, la réaction (5^{mol} de NH^3) est lente à la température ambiante; à 100°, en tube scellé, elle se termine en quelques heures, et l'oxyde se dissout dans le liquide. En saturant la solution avec de la potasse caustique il surnage un liquide à caractère d'amine. Déshydraté et soumis à la distillation, ce liquide fournit deux fractions, bouillant l'une à 157°-158°, sous 743^{mm} et l'autre à 250° environ. L'analyse de l'aminoalcool à point d'ébullition 157°-158° conduisit à la formule $C^5H^{13}ON$.

C'est un liquide épais à odeur aminée, se dissolvant très facilement dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il cristallise lentement et fond à 26°. D = 0,9291 à 15° et 0,9251 à 20°.

Sa combinaison avec les acides est accompagnée d'un fort dégagement de chaleur et conduit à la formation de sels cristallins très hygroscopiques.

Le chloroplatinate cristallise en gros prismes rouge orangé.

Dans le but de déterminer la constitution de cet aminoalcool j'ai effectué sa synthèse à partir de l'éther éthylique de l'alanine

$$CH^3 - CHNH^2 - COOC^2H^5$$

et de l'iodure de méthylmagnésium.

L'*aminoéthyldiméthylcarbinol* $CH^3 - CHNH^2 - HOC(CH^3)^2$ obtenu se trouve être identique à l'alcool aminé, bouillant à 157°-158°.

$$D = 0,9281 \text{ à } 15° \quad \text{et} \quad 0,9245 \text{ à } 20°.$$

La constitution de notre aminoalcool (éb. 157°-158°), qui se forme dans la proportion de plus de 55 pour 100, est la suivante :

$$CH^3 - CHNH^2 - HOC(CH^3)^2,$$

et sa formation peut se traduire :

$$CH^3 - \overset{O}{\widehat{CH - C}}\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix} + NH^3 = CH^3 - \overset{NH^2}{\overset{|}{C}} - \overset{OH}{\overset{|}{C}}\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}.$$

Le même aminoéthyldiméthylcarbinol se forme dans la proportion de 58 pour 100 du rendement théorique lorsqu'on fait réagir 6^{mol} d'ammoniaque avec 1^{mol} de monochlorhydrine de triméthyléthylène.

Dans cette réaction, il se produit tout d'abord de l'oxyde de triméthyléthylène, lequel donne ensuite avec l'ammoniaque l'aminoalcool. La réaction de formation de l'aminoéthyldiméthylcarbinol s'exprime par les équations

$$(CH^3)^2-COH-CHCl-CH^3+NH^3=(CH^3)^2-\overset{\overset{O}{\diagup\;\diagdown}}{C-CH}-CH^3+NH^4Cl,$$

$$(CH^3)^2-\overset{\overset{O}{\diagup\;\diagdown}}{C-CH}CH^3+NH^3=(CH^3)^2-COH.CHNH^2-CH^3.$$

Ceci conduit à la conclusion suivante : en déterminant la constitution des aminoalcools préparés à partir des chlorhydrines, on ne doit pas se baser sur la position du chlore dans les chlorhydrines initiales, car il se forme dans cette réaction, comme produit intermédiaire, de l'oxyde, et la structure de l'aminoalcool obtenu est déterminée par l'ordre d'addition de l'ammoniaque ou de l'amine à l'oxyde.

En agitant l'oxyde d'isobutylène avec la solution aqueuse d'ammoniaque à 33 pour 100, la réaction (5^{mol} de NH^3), accompagnée d'un léger dégagement de chaleur, est achevée en quelques heures. La couche d'oxyde se dissout dans le liquide hydroammoniacal, d'où l'on sépare les produits de réaction en chassant l'eau par distillation sous pression réduite.

En fractionnant sous 30^{mm}, les alcools aminés obtenus se répartissent en deux portions, l'une bouillant à 70° environ et l'autre à une température supérieure à 130°. La première fraction, après déshydratations et distillations répétées, bout à 150°,5-151°,5 sous 762^{mm}.

Par ses propriétés, cette substance, dont la formule est $C^4H^{11}ON$, rappelle l'alcool aminé, obtenu à partir de l'oxyde de triméthyléthylène; $D=0,9500$ à 0° et 0,9389 à 14°.

Le chloroplatinate au sein de l'eau cristallise en aiguilles prismatiques, rouges.

L'alcool aminé de synthèse, obtenu à partir de l'éther éthylique du glycocolle $CH^2NH^2-COOC^2H^5$ et de l'iodure de méthylmagnésium, se trouve posséder la plus grande ressemblance avec l'alcool aminé dérivé de l'oxyde d'isobutylène.

Il bout à 150°-151°,5 sous 762^{mm} : $D=0,9508$ à 0° et 0,9393 à 14°.

Étant donné que dans la synthèse, à partir de l'éther composé de glycocolle, il doit se former de l'*aminotriméthylcarbinol* $CH^2NH^2-HOC(CH^3)^2$, il faut attribuer la même formule à l'alcool aminé dérivé de l'oxyde d'isobutylène. La réaction d'addition de l'ammoniaque à l'oxyde d'isobutylène

doit être exprimée par l'équation

$$\overset{}{CH^2}\!\!\overset{O}{\frown}\!\!C\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix} + NH^3 = \overset{NH^2}{\overset{|}{C}H^2} - \overset{OH}{C}\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}.$$

Les faits consignés ci-dessus permettent de conclure que, *dans la combinaison de l'ammoniaque avec les α-oxydes de structure asymétrique, le groupe hydroxylé se place de préférence auprès de l'atome de carbone le moins hydrogéné.*

Les fractions supérieures qu'on obtient dans la réaction de l'ammoniaque avec les oxydes de triméthyléthylène et d'isobutylène renferment principalement les oxyamines secondaires $(C^5H^{11}O)^2NH$ et $(C^4H^9O)^2NH$ mélangées dans le second cas d'oxyamine tertiaire. L'oxyde d'isobutylène fournit beaucoup plus d'oxyamine secondaire que l'oxyde de triméthyléthylène, ce qui explique le moindre rendement d'oxyamine primaire dans le premier cas.

Je poursuis l'étude de la constitution des oxyamines secondaires, et j'ai entrepris des recherches analogues sur les oxydes de propylène et de diéthyléthylène asymétriques.

MINÉRALOGIE. — *Sur la genèse de certains minerais d'alumine et de fer. Décomposition latéritique.* Note [1] de MM. **Jean Chautard** et **Paul Lemoine**, transmise par M. Michel Lévy.

La bauxite, principal minerai d'aluminium, et la latérite, souvent exploitée comme minerai de fer, ont une extrême analogie de constitution due à la présence d'hydrates d'alumine et mise en évidence par Max Bauer.

Dans les pays tempérés, le produit de décomposition des roches silico-alumineuses est une argile (silicate d'alumine); dans les pays tropicaux, il est constitué par de la silice libre et de l'hydrate d'alumine.

Ce mode de formation restait obscur et M. A. Lacroix appelait récemment l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à l'étudier. Nous avons entrepris à ce sujet une série de recherches.

Nous avons d'abord essayé de saisir les modifications que subit une roche en se latéritisant : l'un de nous a recueilli en Guinée des roches et leurs

[1] Reçue dans la séance du 27 janvier 1908.

produits immédiats de décomposition; nous avons donc pu, pour la première fois, faire tailler en plaques minces et faire analyser simultanément la latérite et sa roche-mère.

Ces roches sont surtout des diabases. Les granites de la région sont, en effet, à grains grossiers; leurs produits de décomposition s'effritent et sont entraînés rapidement; ceux des diabases restent en place et forment des croûtes faciles à recueillir avec la roche-mère.

Composition en poids ([1]).

	Diabase.								Ophite.		Phyllade.	
	(135, 136).		(178, 179, 180, 181).				(2, 11).		(184, 185).		(194, 195).	
TiO^2	1,67	3,59**	1,56	3,24*	4,50*	3,07*	2,96	9,05*	1,46	4,02*	1,55	1,67*
SiO^2	47,50	28,50	51,80	12,60	11,81	12,96	48,51	5,52	52,80	22,55	64,55	62,30
Al^2O^3	16,20	28,60	13,83	34,71	33,10	33,50	14,18	34,10	14,60	23,40	16,50	19,50
Fe^2O^3	5,25	19,15	»	22,78	24,47	21,44	2,40	27,13	»	24,20	0,13	4,28
FeO	5,76	2,72	9,80	1,26	0,61	1,17	10,35	1,26	10,25	1,80	5,04	1,33
CaO	6,15	0,43	11,21	0,63	1,74	»	8,00	»	10,95	0,65	0,77	»
MgO	6,41	1,02	7,85	0,16	1,22	1,85	6,05	0,65	7,58	1,11	2,45	1,92
K^2O	0,87	0,28	0,68	0,32	0,35	0,09	0,67	0,26	0,90	0,46	2,94	3,60
Na^2O	1,09	0,21	2,27	0,14	»	2,71	4,51	0,25	1,90	0,12	2,97	0,25
Perte au feu.	9,00	15,80	0,50	23,70	23,10	24,30	3,12	22,50	0,25	21,20	2,95	6,10
	99,90	100,30	99,50	99,54	100,90	101,09	100,75	100,72	100,69	99,51	99,85	100,95
P^2O^5	»	»	0,06	»	»	»	0,13	»	»	»	traces	»
SiO^2	»	5,08	P. d.	10,40	6,40	10,6	»	»	»	»	»	»

Ces analyses montrent nettement le départ d'éléments de la roche primitive, chaux, magnésie, soude, potasse, disparus presque complètement.

Seules les proportions relatives d'alumine, de fer et de titane ont augmenté; le titane paraît l'élément le plus stable de cette décomposition; on peut donc, dans une première approximation, admettre que le titane est resté inaltéré et comparer un poids de la latérite à un poids de la roche-mère, tel que la proportion de titane soit la même. Ainsi, on comprend mieux le processus de la latéritisation.

Une faible partie de l'*alumine* disparaît au cours de la latéritisation; mais le résultat final est d'augmenter la teneur dans des proportions très notables (de 13 pour 100 à 43 pour 100, teneur mesurée sur les échantillons déshydratés); de plus, ces 43 pour 100

([1]) Ces recherches ont été faites en 1907 pour le compte du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française. Les analyses sont dues à M. Pisani. Les matériaux sont déposés au laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle.

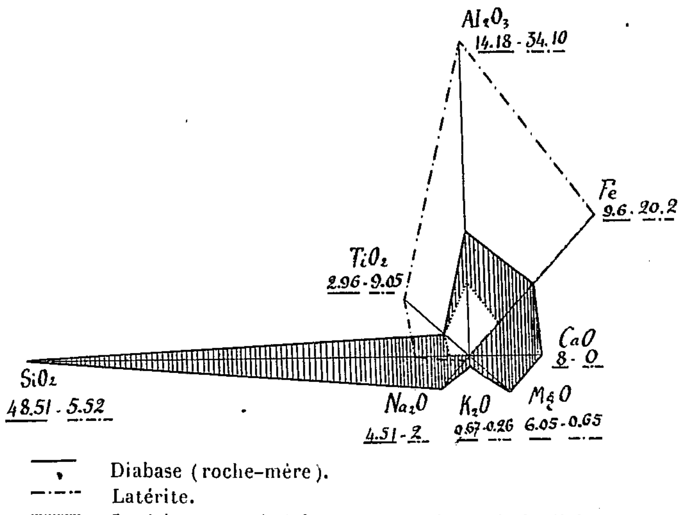
L'astérisque (*) désigne la latérite qui correspond à la roche-mère; les deux astérisques (**) désignent une roche dont la latéritisation n'est pas complète.

d'alumine de la latérite sont presque entièrement à l'*état libre*, constituant de l'hydrargillite ($Al^2O^3, 3H^2O$); au microscope, elle se décèle comme de petits cristaux enchevêtrés, épigénisant les feldspaths.

Le *fer* se comporte sensiblement comme l'alumine; une faible partie est entraînée; aussi la teneur augmente; de plus, ce fer est presque entièrement à l'état de sesquioxyde libre; il y est partiellement hydraté.

La *silice* est presque complètement rendue libre; les $\frac{4}{5}$ environ ont été entraînés; le reste, qui aurait probablement disparu si la latéritisation avait été complète, ne joue qu'un rôle insignifiant et est, en majeure partie, à l'état de silice libre [1].

Schéma des proportions relatives des éléments dans la diabase et sa latérite.



La latéritisation se résume donc au point de vue chimique, en dehors du départ d'un certain nombre d'éléments, dans un phénomène d'oxydation et d'hydratation; faits très compatibles avec un processus biologique.

Au point de vue pratique, il a pour résultat un enrichissement notable en fer et en alumine. Lorsque cet enrichissement est poussé jusqu'au bout, quand il est augmenté encore par des lavages naturels, on obtient de véritables minerais, soit de fer, soit d'alumine; ainsi s'explique, simplement, la genèse de la latérite et de la bauxite.

(1) D'après les recherches de M. Th. Schlœsing et de M. Georges Lemoine sur les terres et les roches de Madagascar, l'alumine et la silice, solubles dans les acides, y sont particulièrement abondantes.

Ce procédé d'enrichissement s'est également exercé sur des roches contenant certains minéraux rares; il permet d'expliquer, comme nous le montrerons, la genèse de toute une catégorie de gîtes de minerais précieux.

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence de gneiss à scapolite et de cipolins au Dahomey.* Note de M. **Henry Hubert**, présentée par M. A. Lacroix.

J'ai indiqué récemment ([1]) qu'au nord du septième parallèle, la plus grande partie de la colonie du Dahomey est constituée par une pénéplaine caractérisée par la présence de schistes cristallins, orientés Nord-Sud au sud du dixième parallèle. Leur variation de composition minéralogique, remarquable lorsqu'on se déplace normalement aux plissements, apparaît avec une grande netteté entre Savalou et Djaloucou (30^{km}).

Ainsi, on observe successivement entre ces deux localités des gneiss à pyroxène (Savalou), des associations de gneiss passant aux leptynites (R. Bado), des gneiss à amphibole (R. Azocan), des gneiss granitoïdes (R. Poté), des gneiss passant aux quartzites (R. Poté à Djaloucou), des gneiss à scapolite (R. Zompa), des schistes amphiboliques et micacés (R. Zou), des cipolins et des quartzites à diopside (R. Zon), enfin des granites (R. Kiaoua-Kiaoua et Djaloucou). Je ne m'occuperai ici que de quelques-unes de ces roches, qui présentent un intérêt minéralogique particulier.

Gneiss à scapolite. — Roche compacte, foncée, formant des bancs rectilignes assez étroits. On n'y distingue à l'œil nu que l'amphibole et quelques minéraux blancs.

Les minéraux constituants, disposés suivant des plans parallèles, sont : l'apatite, la magnétite, le zircon, l'amphibole, la *scapolite*, la biotite, l'oligoclase Ab_3An_1, le labrador Ab_1An_1 et le quartz.

Jusqu'à présent, on n'a signalé en Afrique que deux gisements de gneiss à scapolite : pays des Herreros, pays de Massaï. La roche du Dahomey, très voisine de celle du pays de Massaï, car elle contient à la fois de l'oligoclase et du labrador, est à rapprocher du type du Waldviertel (Basse-Autriche).

Cipolins. — A environ 1200^m de la rive droite du Zou, les eaux du Zon ont mis à nu un gisement de cipolin de forme elliptique (100^m de long sur 45^m de large) allongé parallèlement à la direction du ruisseau.

La roche est compacte, d'un blanc jaunâtre; des zones sinueuses y sont marquées soit par des colorations différentes, soit par la mise en relief d'éléments silicatés résistant mieux aux actions atmosphériques. Ceux-ci sont entièrement dépourvus de fer

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 692-695.

et ne se distinguent pas à première vue de la calcite; ils consistent en effet en *diopside* d'un blanc laiteux, souvent même complètement incolore, et en *forstérite,* également de couleur très claire.

Le calcaire a été souvent débité par les agents atmosphériques en rognons; dans ce cas, les minéraux de la roche sont notablement altérés. Le diopside et la forstérite sont alors transformés en antigorite offrant la structure maillée; quelquefois aussi le pyroxène se décompose en donnant naissance à du carbonate, moins cristallin que celui qui constitue normalement la roche.

Quartzites à diopside. — Roche formant un banc peu épais qui limite au sud le gisement précédent. Elle est compacte, d'un gris foncé, traversée de filonnets quartzeux. Au microscope, elle apparaît formée de grains de quartz extrêmement laminés avec des cristaux isolés de diopside généralement altérés. On remarque encore dans ces quartzites des veines de calcaire à diopside qui sont identiques aucipolin précédent, mais avec en plus de l'épidote.

La composition minéralogique exceptionnelle de cette roche montre qu'on se trouve en présence d'un ancien calcaire siliceux métamorphisé.

Toutes les roches qui viennent d'être décrites, ainsi que les schistes cristallins qui les englobent, présentent ce caractère commun d'avoir subi des actions mécaniques puissantes, dont les diverses étapes peuvent être suivies depuis le développement des macles secondaires dans le diopside et la calcite, le fendillement des silicates, l'apparition de la structure cataclastique, jusqu'à la production de roches rubanées à éléments tellement fins que leur nature ne peut être décelée qu'au microscope.

L'étude de ces roches vient apporter une nouvelle vérification de l'association si fréquente, signalée dans de nombreuses régions par M. A. Lacroix, des roches à scapolite à des calcaires ou à d'autres roches silicatées issues de calcaires. Elle présente en outre un intérêt local, en démontrant l'existence de bancs calcaires au milieu de schistes cristallins au Dahomey, alors que jusqu'ici aucune association de ce genre n'avait été signalée en Afrique occidentale. Enfin ces cipolins peuvent offrir éventuellement un intérêt économique dans une région où le calcaire a toujours été considéré comme introuvable.

AGRONOMIE. — *De l'origine des terres fertiles du Maroc occidental.* Note de M. Louis Gentil, présentée par M. Müntz.

Il existe au Maroc, dans la zone littorale atlantique, des terres noires ou rouges dont la grande fertilité est bien connue des voyageurs. Mais la réputation des *tîrs* et des *hamri* a été consacrée dans le monde savant par les

remarquables travaux de l'éminent géographe allemand Théobald Fischer; après lui MM. Weisgerber, von Pfeil, Brives, Doutté, etc., ont également discuté sur ces terres et sur leur origine.

Les *tîrs*, communément appelés *terres noires* [mais qu'on devrait plutôt désigner sous le nom de *terres fortes* (Doutté)], et les *hamri*, ou *terres rouges*, ont toujours été distingués et ces derniers considérés comme résultant le plus souvent de la décomposition de grès et de poudingues tertiaires. Par contre les *tîrs* ont été attribués par M. Fischer à l'accumulation de sables éoliens; tandis que M. Brives y voit des dépôts de fonds de marais et réfute l'interprétation de son devancier. Il soutient que les *tîrs* sont toujours en relation avec les schistes primaires et il oppose à la théorie éolienne de l'explorateur allemand le fait que les grains de quartz contenus dans les terres fertiles ne présentent pas les stries caractéristiques des sables éoliens.

Mes recherches m'ont amené à une conception différente. Une série d'observations entre Mazagan et Marrakech, dans les Doukkala, les Rehamna, les Abda, aux environs de Casablanca, dans les Chaouïa, et aux abords de Rabat, m'ont conduit à cette conclusion que les *tîrs* et les *hamri* ont une origine commune et *résultent de la décalcification de grès calcarifères néogènes*.

Tout le long de la côte atlantique s'étalent des grès, datés par des faunes plaisanciennes; ils reposent le plus généralement sur un substratum primaire sédimentaire ou cristallin et, à ce contact, il existe partout un niveau d'eau très important. La composition de ces grès néogènes est très uniforme sur une étendue de plus de 600^{km}.

Ils offrent partout des éléments détritiques cimentés par la calcite. Aux environs de Casablanca les minéraux clastiques sont représentés par du *quartz* roulé prédominant, accompagné de feldspaths *orthose, oligoclase, andésine* et, plus rarement, par des fragments de *pyroxène*, des lamelles de *biotite*. Ces minéraux peuvent constituer, en poids, $\frac{1}{10}$ de la roche, mais l'élément détritique prédominant consiste en *débris roulés de tests de mollusques*. Le ciment est formé par de la *calcite* finement grenue ou cristallisée en grandes plages qui empiètent sur les fragments de coquilles, dont l'aragonite a ainsi été épigénisée.

Les grès pliocènes, à Casablanca et partout ailleurs où je les ai vus, offrent un relief assez curieux; des *dépressions fermées* s'y montrent fréquemment, au fond desquelles sourdent parfois des émergences de la nappe souterraine, dont les eaux se réinfiltrent dans la même nappe. Le fond de ces dépressions est le plus souvent occupé par des terres argileuses, chargées de détritus végétaux de couleur foncée, souvent noire; ce sont les *tîrs*. Et ces

tîrs reposent fréquemment dans les Chaouïa, par exemple, sur les schistes et grès primaires du soubassement, mis à nu par la *disparition des grès pliocènes*. Les mamelonnements sont formés soit de pointements rocheux de ces grès néogènes, soit de terres sablonneuses quelquefois noires et constituant alors de vrais *tîrs* et des *mtîrsa* (variétés de *tîrs*), mais, le plus souvent, de terres rouges : les *hamri*.

Je me suis expliqué ces faits, *sur le terrain*, par une décalcification des grès pliocènes, décalcification aidée par les racines des végétaux herbacés dont le développement est favorisé par un climat suffisamment humide. Ces végétaux augmentent la porosité de la roche et par suite la pénétration des eaux pluviales; et le carbonate de calcium est constamment entraîné dans la nappe souterraine, dont le déversoir habituel est l'océan Atlantique. Ainsi auraient pu s'accumuler *sur place* les produits argileux et alcalins (décomposition des feldspaths), les phosphates moins solubles, ainsi que les minéraux clastiques non décomposés, où domine le quartz, en même temps que les produits humiques et azotés provenant des plantes vivant continuellement à la surface. Et l'accumulation assez fréquente mais non exclusive des terres noires dans les dépressions s'expliquerait très aisément par l'entraînement, dans ces dépressions, des *éléments fins* du grès décalcifié, sous l'influence continuelle du ruissellement.

Des études micrographiques et chimiques confirment nettement cette manière de voir. Deux exemples me paraissent suffire à cette démonstration.

Le champ de la bataille de Taddert, non loin de Casablanca, est constitué par une petite plaine de *tîrs* ou de *mtîrsa*, entourée de toutes parts par des mamelonnements de grès pliocènes ou de *hamri*. Or, les terres fortes de la plaine ainsi que les terres rouges sablonneuses des hauteurs renferment exclusivement tous les minéraux clastiques que j'ai signalés plus haut dans les grès pliocènes avoisinants, et la terre forte diffère de la terre rouge par une plus grande quantité de produits fins argileux.

Des analyses que je dois à l'obligeance de M. Müntz indiquent par kilogramme de terre noire : 1,46 Az; 2,47 Ph^2O^5; 4,58 K^2O; 13,85 CO^3Ca; et par kilogramme de terre rouge : 2 Az; 0,83 Ph^2O^5; 2,10 K^2O; 17,85 CO^3Ca. Quoique montrant une concentration plus grande de l'acide phosphorique et de la potasse dans la terre forte, ces résultats sont tout à fait comparables.

Plus au Sud, aux environs de Saffi, les mêmes relations de composition des grès et des terres de décalcification existent, avec cette circonstance heureuse que les grès ne renferment pas de silicates ferromagnésiens, parmi les minéraux clastiques, pas plus que les terres noires avoisinantes.

Il résulte des faits qui précèdent que la genèse des *tîrs* et des *hamri* est subordonnée à des précipitations atmosphériques suffisantes. De fait, la

zone d'extension de ces terres est à peu près limitée, au Sud, à l'oued Tensift; tandis qu'elle s'étend au Nord à toute la côte occidentale. Or, cette extension correspond précisément à une zone climatérique bien délimitée.

J'ajouterai encore que les analyses chimiques de ces terres n'expliquent pas, d'une façon suffisante, leur grande fertilité, et j'estime que c'est à des pluies abondantes et assez fréquentes qu'elles doivent en partie leur extrême richesse. Je pense aussi que la composition physique des *tîrs* et des *hamri* et la présence constante d'un niveau d'eau en profondeur contribuent à entretenir l'humidité du sol, qui joue un si grand rôle en Agrologie.

Enfin, il me paraît inutile d'insister sur la portée pratique des observations précédentes, car il suffira de relever la Carte géologique des grès néogènes pour délimiter, du même coup, la zone d'extension des terres fertiles du Maroc occidental.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Qu'est-ce qu'une solution de saccharose isotonique pour les œufs de* Strongylocentrotus? Note de M. **Jacques Loeb**.

La présente Note montrera, je l'espère, d'une façon décisive que les résultats expérimentaux de M. Delage sont en plus parfait accord qu'il ne le pense avec mes expériences personnelles.

I. M. Delage emploie, comme solution optima, un mélange de 70^{cm^3} d'une solution de saccharose $\frac{9}{8}$M. et de 30^{cm^3} d'eau de mer, auquel il ajoute une petite quantité d'acide tannique et six fois son équivalent d'un alcali faible (NH^4OH). Il considère cette solution comme isotonique pour les œufs d'Oursin et il voit dans cette isotonie une différence éclatante entre sa méthode et la mienne. « Avec le tannate d'ammoniaque, dit-il, l'isotonie devient le procédé de choix; le traitement hypertonique est rejeté. Je n'emploie plus que des solutions isotoniques. Or c'est là une grande nouveauté » (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1119). Comme je l'ai établi dans des Notes antérieures, une solution $\frac{6}{8}$M. de saccharose est isotonique pour les œufs de *Strongylocentrotus* et la solution $\frac{9}{8}$M. qu'emploie M. Delage, quoique peut-être isosmotique avec son eau de mer, est fortement déshydratante et hypertonique pour les œufs de *Strongylocentrotus*. Dans un prochain Mémoire je prouverai que l'effet déshydratant d'une solution $\frac{9}{8}$M. de saccharose sur les œufs de *Strongylocentrotus* est à peu près égal à celui d'un mélange de 50^{cm^3}

d'eau de mer plus 12^{cm^3} d'une solution $2\frac{1}{2}$N de NaCl. La solution hypertonique dont je me sers ordinairement pour déterminer la parthénogenèse artificielle est beaucoup plus faible : c'est un mélange de 50^{cm^3} d'eau de mer et de 8^{cm^3} $2\frac{1}{2}$N de NaCl. Quand les œufs, après la formation artificielle de la membrane, sont placés de 40 à 50 minutes dans cette solution, pratiquement tous donnent des larves. Si, au lieu de ce mélange, on emploie une solution grammoléculaire de sucre de canne, 80 à 90 pour 100 d'œufs seulement se développent en larves.

II. Si, comme je le démontrerai dans un Mémoire plus étendu, une solution $\frac{9}{8}$M. est réellement hypertonique, c'est-à-dire déshydratante pour les œufs de *Strongylocentrotus*, cette solution n'agira que si elle contient de l'oxygène libre, car j'ai fait voir, dans mes précédentes publications, que les solutions hypertoniques ne déterminent la parthénogenèse que lorsqu'elles contiennent de l'oxygène libre. J'ai répété ces expériences avec la solution hypertonique $\frac{9}{8}$M. de saccharose et j'ai pu confirmer mes résultats antérieurs. M. Delage déclare (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 542) que dans des expériences similaires il a obtenu une diminution considérable du nombre des larves, mais non une inhibition complète de l'effet parthénogénétique de la solution de saccharose. Pour moi j'ai obtenu une inhibition incomplète de l'effet parthénogénétique d'une solution grammoléculaire de saccharose seulement dans les cas où je pouvais prouver que l'oxygène n'avait pas été complètement chassé. M. Delage dit (*loc. cit.*) : « Naturellement, pendant l'introduction de AzH^3 et des œufs, les liquides se trouvaient à l'air libre pendant 1 à 2 minutes. » Cela suffit pour expliquer la défectuosité du résultat.

III. J'ai rappelé dans ma précédente Communication que j'avais déjà publié en 1900 le fait qu'un traitement par une solution pure $\frac{11}{10}$ M. de saccharose peut amener le développement des œufs d'*Arbacia* en *Blastulæ*.

M. Delage écrit : « Or, je mets M. Loeb au défi de faire développer des œufs de *Strongylocentrotus* par le moyen de la solution sucrée qui lui a réussi avec *Arbacia* » (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1121.) J'ai fait les mêmes expériences avec les œufs de *Strongylocentrotus* et j'ai trouvé qu'en plaçant ces œufs pendant 1 heure 30 minutes à 2 heures à une température de 15° C. dans une solution pure $\frac{11}{10}$ M. de saccharose, un grand nombre d'entre eux se segmentent et quelques-uns se développent en *Blastulæ*. Il n'y a pas la plus petite différence à cet égard entre les œufs d'*Arbacia* et ceux de *Strongylocentrotus*.

J'ai montré, il y a un an environ, que ma première méthode, purement

osmotique ou déshydratante, consiste en la combinaison de deux facteurs : la déshydratation par la solution hypertonique et l'action des ions hydroxyle à une certaine concentration. Si l'on emploie une solution hypertonique neutre, on obtient seulement des débuts de segmentation et peut-être quelques *Blastulæ;* si la solution est rendue alcaline les œufs se développent en *Plutei.* Je me suis convaincu que, si à 50^{cm^3} de saccharose $\frac{9}{8}$ M. on ajoute $0^{cm^3},3\ \frac{N}{10}$ NaOH, les œufs de *Strongylocentrotus* placés de 60 à 80 minutes dans cette solution donnent des *Plutei.* Or la solution de saccharose et de tannate d'ammonium employée par M. Delage n'est essentiellement qu'une solution hypertonique et hyperalcaline telle que celle dont j'usais dans mes premières expériences.

IV. Page 1119 (*Comptes rendus,* t. CXLV), M. Delage remarque : « Si vraiment la pression osmotique intervient seule dans les solutions hypertoniques, comme l'assure M. Loeb, je le prierai d'expliquer pourquoi il dilue ses solutions concentrées de NaCl, de KCl, de $MgCl^2$, pour obtenir la pression osmotique voulue, non avec de l'eau distillée mais avec de l'eau de mer. Pour prouver que la nature des sels déterminant la pression osmotique voulue est indifférente, il est indiqué d'employer des solutions pures des divers sels et de comparer leurs effets, et non pas de prendre pour véhicule de l'eau de mer où il y a de tout. Si donc M. Loeb n'emploie pas des solutions pures, on est autorisé à l'attribuer, jusqu'à preuve du contraire, à ce qu'avec sa méthode elles sont inefficaces. » En fait, j'ai acquis la conviction dès 1900 que des solutions hypertoniques pures de NaCl, KCl et $MgCl^2$ peuvent être employées pour la production de la parthénogenèse expérimentale ; mais, comme il s'agissait alors seulement de décider entre les effets spécifiques des ions auxquels, dans ma première Communication préliminaire, j'avais attribué la parthénogenèse artificielle et les effets de déshydratation que M. Giard a le premier signalés comme cause de ces développements parthénogénétiques, il m'a paru suffisant d'indiquer que les larves peuvent être produites par une solution hypertonique pure de saccharose; et, chose assez curieuse, j'employais justement la solution que M. Delage appelle aujourd'hui *isotonique.* La raison pour laquelle j'usais autant que possible d'eau de mer plutôt que de solutions pures de sels ou de non-conducteurs est très simple. Mes solutions artificielles sont préparées avec les produits chimiques purs de Kahlbaum et de l'eau deux fois distillée dans le verre, ce qui est assez coûteux, tandis que l'eau de mer arrive sans qu'il en coûte rien en temps ou en argent au laboratoire. En outre, l'eau de mer

présente cet avantage qu'elle est indubitablement une solution isotonique pour les œufs de *Strongylocentrotus* et qu'on est ainsi à l'abri de toutes les erreurs possibles dans la détermination du point de congélation ou dans la préparation des solutions.

Ce caractère isotonique de l'eau de mer est si marqué que c'est grand dommage que M. Delage ne l'ait pas trouvé satisfaisant pour ses expériences avec le tannate d'ammonium, dans lesquelles il s'efforçait de prouver qu'il employait seulement des solutions isotoniques.

Pour enlever à M. Delage toute incertitude en ce qui concerne l'efficacité des solutions de sels purs dans ma méthode, j'ai déterminé les puissances d'activité relative d'un certain nombre de solutions hypertoniques de sels purs et de non-conducteurs. La concentration optima des diverses solutions hypertoniques et le pourcentage moyen des larves obtenues sont donnés dans le Tableau suivant :

Nature des solutions hypertoniques.	Pourcentage des larves.
50^{cm^3} M. Saccharose	environ 80
50 $\frac{6}{8}$ M. NaCl	» 90
50 $\frac{6}{8}$ M. KCl	» 90
50 $\frac{7}{8}$ M. LiCl	» 80
50 $\frac{1}{2}$ M. CaCl	» 80
50 $\frac{1}{2}$ M. MgCl	» 85
50 $\frac{6}{8}$ M. SrCl	» 80
50 $\frac{5}{8}$ M. BaCl	» 1
50 eau de mer + 8^{cm^3}, $2\frac{1}{2}$ N. NaCl	» 98

En terminant, je dois remarquer que le progrès des Sciences exactes dépend de l'harmonie des résultats obtenus par les différents observateurs. Mes efforts pour montrer que les divergences apparentes entre les résultats de M. Delage et les miens n'existent pas en réalité sont inspirés par le seul intérêt de la Science, et je constate avec reconnaissance le caractère également courtois et scientifique de la réponse que M. Delage a faite à ma première Note.

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie et l'évolution des Sabellariens* de Saint-Joseph (*Hermelliens* de Quatrefages). Note (¹) de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Chez les Annélides polychètes de la famille des *Sabellariens* de Saint-Joseph (*Hermelliens* de Quatrefages), le prostomium ou lobe céphalique est absolument indiscernable. Le corps présente en avant une masse musculaire considérable excavée sur la face ventrale, formée de deux parties symétriques plus ou moins complètement soudées et portant une couronne de soies puissantes, de configuration variée, ou palées; des appendices cirriformes disposés en séries transversales encadrent la cavité ventrale à la partie inférieure de laquelle s'ouvre la bouche. Cette région antérieure du corps a donné lieu à diverses interprétations.

En étudiant le système nerveux des Hermelles, de Quatrefages (1848) avait remarqué que les nerfs qui se rendent dans les supports paléigères se détachent du collier œsophagien; pour lui, ces supports représentent « l'anneau buccal et ses dépendances » et sont essentiellement constitués par les tentacules très développés et soudés sur la ligne médiane supérieure. Ed. Grube (1877), tout en désignant la partie antérieure du corps sous le nom de *lobe céphalique* (Kopflappen), la considérait comme la continuation du segment buccal. Ed. Meyer (1888) suggère que les supports paléigères des Sabellariens proviennent des rames dorsales du premier segment sétigère. Dans sa description du *Pallasia sexungula* Grube (*Pallasia armata* Kinberg), Ehlers (1897) regarde la masse buccale comme l'ensemble formé par le lobe céphalique très réduit, dont il est impossible de tracer les limites précises, et par les deux premiers segments du corps fusionnés tous ensemble. La double rangée des palées de l'opercule correspond aux soies d'un parapode ventral, les crochets représentant les soies dorsales. Le second segment est intimement soudé au segment buccal.

Les données anatomiques montrent que les supports paléigères, par leur innervation, sont une dépendance du premier sétigère, sans indiquer s'ils sont formés par la totalité ou seulement une partie de ce segment. Le nouveau Sabellarien de Madagascar (*Cryptopomatus* n. g. *Geayi* n. sp.), décrit dans une Note précédente (²), vient de fournir un argument morphologique très intéressant à ce point de vue. Il présente un lobe céphalique en partie fusionné avec les supports paléigères voisins, mais encore nettement dis-

(¹) Présentée dans la séance du 27 janvier 1908.
(²) Voir *Comptes rendus*, séance du 20 janvier 1908.

tinct, tant sur la face dorsale que sur la face opposée, avec un court tentacule inséré ventralement. Sur la face dorsale, notamment, on peut encore reconnaître ses limites latérales, grâce à ses bandes transversales pigmentées. Les crochets et les palées, qui, d'après les recherches d'Édouard Meyer sur les autres Sabellariens, offrent à une plus grande échelle la même structure que les soies ordinaires, s'insèrent de chaque côté du lobe céphalique, en s'enfonçant, bien au delà de sa limite postérieure, dans la région dorsale des masses musculaires latérales. Celles-ci constituent en avant deux grands lobes indépendants l'un de l'autre, circonscrivant une cavité largement ouverte du côté ventral et abritant complètement le prostomium sur la face dorsale. D'autre part, au niveau de la partie antérieure de l'orifice buccal, il existe un faisceau de soies ventrales qui n'a point son correspondant sur la face dorsale. Il est donc fort vraisemblable que les supports paléigères sont le résultat de la fusion du prostomium et des rames dorsales du premier sétigère.

Si l'on suppose que les supports paléigères du genre *Cryptopomatus* s'épaississent dans leur région terminale et se rapprochent l'un de l'autre, qu'en même temps les deux rangées de palées s'étendent sur toute la longueur des bords libres des lobes élargis, on passe au genre *Pallasia* Quatrefages. Si la rangée externe de palées est homogène, sans crochets, les supports restant largement séparés l'un de l'autre, c'est le genre *Centrocorone* Grube, très voisin du précédent. Enfin si, au lieu de rester distincts, ces supports paléigères se soudent d'une façon plus ou moins complète sur la face dorsale et que l'opercule se renforce par une rangée interne de palées, le type le plus évolué de la famille, le genre *Sabellaria* Lamarck, se trouve réalisé.

Chez beaucoup d'Annélides polychètes, le prostomium porteur des organes des sens est protégé de façon diverse par les premiers segments du corps. Il est fréquemment recouvert par la première ou les deux premières paires d'élytres chez les Aphroditiens; il est enserré entre les premiers segments du corps chez les Amphinomiens et les Palmyriens; chez les Flabelligériens, il peut se loger, avec les tentacules et les branchies, à l'intérieur de la cage formée par les premiers segments du corps armés de soies extrêmement développées. De même, chez le genre *Pœcilochætus* Claparède, allié étroitement aux Spionidiens qu'Édouard Meyer a rapprochés des Sabellariens et des Serpuliens, le prostomium, de petite taille et pourvu aussi d'un tentacule ventral, est entouré par les puissants parapodes du premier segment armés de longues soies (surtout à la rame dorsale) et dirigés en avant.

C'est l'extension, en relation probablement avec l'adaptation à la vie exclusivement tubicole, de la même disposition qui s'observe chez les Sabellariens et dont le terme extrême est présenté par le genre *Sabellaria ;* le prostomium, enveloppé par les rames dorsales du premier segment sétigère, se fusionne finalement avec elles et devient indistinct.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude du rayonnement calorifique solaire.* Note de MM. C. **Féry** et G. **Millochau**, présentée par M. Lippmann.

Grâce à la Société du mont Blanc et à son regretté président Janssen, qui ont bien voulu mettre à notre disposition leur Observatoire du sommet du mont Blanc ainsi que les ressources nécessaires pour exécuter nos recherches, nous avons pu reprendre en 1907 les travaux commencés l'année précédente et exécuter presque complètement le programme que nous avons proposé au Congrès de Meudon :

1° Les mesures sur le télescope pyrhéliométrique ont été reprises dans des conditions à peu près identiques à celles réalisées en 1906;

2° Des mesures parallèles ont été exécutées avec le nouvel actinomètre Fery;

3° Les deux instruments ont été étudiés devant un four électrique.

Le télescope pyrhéliométrique a été employé, cette année, avec un galvanomètre Meylan et d'Arsonval.

Le galvanomètre Chauvin et Arnoux, qui avait servi l'année dernière, a été employé avec l'actinomètre.

Cependant, à plusieurs reprises, les galvanomètres ont été alternés dans le but de tirer parti des résultats, même dans le cas où l'un de ces appareils aurait été mis hors de service.

Les dispositions avaient été prises pour une durée de 15 jours à l'Observatoire du sommet; les observations ayant été satisfaisantes, ce séjour fut réduit à 12, du 19 au 30 août.

Les journées des 21, 22, 25, 26, 27 et 30 se sont prêtées aux observations actinométriques; celle du 22 a été particulièrement favorable, quoique le travail n'ait été possible que de 10^h du matin à 7^h du soir, le Soleil étant, avant 10^h, masqué par des cirrhus.

Le Tableau suivant donne les déviations galvanométriques du télescope, aux diverses heures de la journée :

Temps moyen de Chamonix.	Déviation en microvolts.	Temps moyen de Chamonix.	Déviation en microvolts.
h m 10.05	4440	h m 15.22	4280
11.16	4480	16.12	4120
11.42	4500	16.17	4100
12.04	4520	16.22	4100
12.30	4520	17.17	3700
13.36	4440	17.49	3280
13.55	4440	17.58	3080
15.18	4320	18.27	2560

A la courbe construite avec les mesures faites ce jour-là s'applique, avec une très grande exactitude, la loi de Bouguer.

Pour les autres journées, certaines portions de la courbe journalière sont correctes et la loi de Bouguer s'y applique; les autres parties présentent des dénivellations correspondant exactement aux variations de l'hygromètre enregistreur, ce qui montre que l'accroissement momentané d'absorption qu'elles indiquent provient de vagues atmosphériques, composées d'air humide des couches inférieures, et qui se heurtent aux flancs du massif du mont Blanc, dépassant par moments le sommet de quelques centaines de mètres.

En recherchant les portions de courbes auxquelles s'applique la loi de Bouguer et en en déduisant, par la méthode que nous avons indiquée (*Comptes rendus*, 22 octobre 1906), l'intensité du rayonnement du centre du disque solaire, en dehors de l'atmosphère terrestre, on trouve pour δ (déviation en microvolts du galvanomètre, le télescope étant à pleine ouverture) : le 22 août, $\delta = 4976$; le 25, $\delta = 4808$; le 26, $\delta = 4936$; le 27, $\delta = 5012$.

La valeur $\delta = 4976$, basée sur l'étude de l'ensemble de la courbe journalière du 22 août, a un poids bien plus grand que les autres, ne portant que sur des portions de courbes; elle s'accorde d'une façon très satisfaisante avec les mesures des autres jours et surtout avec leur moyenne.

L'appareil a été étalonné en le pointant sur un four électrique; la constante trouvée (dans la formule $T = K\sqrt[4]{\delta}$) est $K = 661$, ce qui donne pour la température effective du centre du disque solaire $T = 5555°$ absolus.

La valeur trouvée pour cette même température en 1906 était 5620° (*Comptes rendus*, 22 octobre 1906) [1].

Des mesures ont été également faites le long d'un diamètre solaire selon la méthode que nous avons indiquée en 1906 (*Comptes rendus*, 8 oct. 1906). Elles conduisent au résultat suivant : pour $\delta = 100$ au centre du disque, on trouve, à 30° du centre, $\delta = 94,7$ et, à 45°, $\delta = 87,0$, alors qu'en 1906 on avait trouvé, à 30°, $\delta = 93,62$ et, à 45°, $\delta = 85,9$ (moyenne des mesures faites sur l'ensemble des courbes).

Les mesures de 1907 indiquent, pour l'absorption atmosphérique solaire, 40 pour 100, soit 6042° pour la température du noyau; celles de 1906, 37 pour 100, ayant donné 6132° pour cette dernière température [2].

La différence entre les deux mesures est trop faible pour pouvoir en tirer une conclusion.

Voici, à titre d'exemple, les valeurs trouvées suivant un diamètre solaire, le 25 août 1907, à $11^h 21^m$ [3] (mont Blanc) :

Temps moyen de Chamonix.	Déviation en microvolts.	T.	δ.	T.	δ.
h m s					
11.21. 40	320	110	4280	180	480
50	2480	120	4250	190	240
60	3480	130	4200	200	200
70	3880	140	4100	210	160
80	4040	150	3966	220	100
90	4160	160	3600	»	»
11.21.100	4240	170	2440	»	»

(1) Une discussion plus complète des résultats nous a donné depuis 5663° (*Journal de Physique*, t. VI, mai 1907, p. 589 et suiv.).

(2) *Journal de Physique*, t. VI, mai 1907.

(3) La courbe représentative du rayonnement suivant un diamètre solaire est ainsi tracée par points; rappelons que nous avons indiqué (*Comptes rendus*, 8 oct. 1906) qu'en employant un galvanomètre enregistreur spécialement aménagé on aurait une courbe continue. Nous n'avons pu réaliser ce dispositif trop coûteux pour nos ressources et n'avons pu étudier le rayonnement des divers points de la surface solaire, suivant des cordes parallèles à la direction du mouvement diurne, que par la méthode chronométrique.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1908.

Institut de France. Académie des Sciences. *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel;* t. V, fasc. 1. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

Janssen, par A. DE LAPPARENT, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. (Extr. du *Correspondant.*) Paris, L. de Soye et fils, 1908. (Hommage de l'auteur.)

Sur les premiers principes des Sciences mathématiques, par P. WORMS DE ROMILLY. Paris, A. Hermann, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Rapport sur une Mission scientifique dans les Jardins et Établissements zoologiques publics et privés de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie, de la Suisse et du Danemark, par M. GUSTAVE LOISEL. (Extr. des *Nouvelles Archives des Missions scientifiques,* t. XV.) Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard. Hommage de l'auteur.)

Recherches sur les Liriopsidæ, par MAURICE CAULLERY, avec 8 fig. dans le texte et la planche XXVI. (Extr. des *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel,* t. XVIII, fasc. 4, 1908.) Leipzig, Breitkopf et Hürtel; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Okapia, par JULIEN FRAIPONT. (*Annales du Musée du Congo : Zoologie.* Série II : *Contribution à la faune du Congo;* t. I.) Bruxelles, Spineux et C^ie, septembre 1907; 1 fasc. in-f°.

La quadrature du cercle, par ANTOINE RAFFALLI. Bastia, C. Piaggi et C^ie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Statistique générale de la France. *Statistique annuelle des Institutions d'Assistance, année* 1905. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-8°.

Statistique générale de la France. *Annuaire statistique;* 26^e Volume, 1906. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; livraison du 15 janvier 1908, n° 229. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1908; 1 fasc. in-8°.

IV° Congresso internazionale dei Matematici, sotto l'alto patronato di S. M. il Re d'Italia, Roma, 6-11 aprile 1908 : 2^a *Circolare.* Rome, janvier 1908; 1 fasc. in-8°.

Gino Cugini, per G.-B. DE TONI. (Extr. de *Le Stazioni sperimentali agrarie italiane,* 1907, t. XI.) Modène; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Moyens de racheter les grandes différences de niveau, par VICTOR SCHÖNBACH. Munster, J. Bredt, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 20 janvier 1908.)

Note de M. *Woltereck*, Sur la synthèse de l'ammoniaque :

Page 125, ligne 23, *au lieu de* 18,50, *lisez* 185.
Même page, ligne 24, *au lieu de* 0,23, *lisez* 2,3.

(Séance du 27 janvier 1908.)

Note de MM. *Eugène* et *François Cosserat*, Sur la théorie des corps minces :

Page 171, lignes 24 et 25, *au lieu de* du troisième degré pour u_1 et du deuxième degré pour v_1, w_1, *lisez* du troisième degré pour w_1 et du deuxième degré pour u_1, v_1.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres de composés non dissociés.* Note de M. **Henri Becquerel.**

Les *Comptes rendus* de la dernière séance contiennent une seconde Note de M. A. Dufour (¹) relative aux modifications que subissent, dans un champ magnétique, les spectres de bandes de divers composés, phénomènes dont les sens différents sont présentés par l'auteur comme une anomalie nouvelle.

Dans une Note précédente (²), je m'étais proposé de montrer que ces phénomènes, très intéressants d'ailleurs, ne constituaient pas une anomalie nouvelle, mais qu'ils étaient la manifestation de phénomènes semblables à ceux qu'on rencontre régulièrement avec les spectres d'absorption de cristaux ou de solutions contenant des sels de certaines terres rares et dont les effets s'expliquent par la présence simultanée d'électrons positifs et d'électrons négatifs (³). La coïncidence des bandes des spectres en question, avec celles de divers spectres de phosphorescence des fluorines, venait à l'appui de cette manière de voir en permettant d'assimiler les spectres étudiés par M. Dufour à certains spectres de phosphorescence, et l'on sait par quels liens intimes ce dernier phénomène est rattaché à l'absorption.

(¹) A. Dufour, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 229.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 153. — Errata : *Comptes rendus*, t. CXLVI, page 155, ligne 31, *au lieu de* Bœhr et Bunsen, *lire* Bahr et Bunsen; page 156, lignes 11-12, *au lieu de* puisque les bandes, *lire* puisque des bandes.

(³) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 874, et t. CXLV, 1907, p. 1152.

M. A. Dufour, dans sa seconde Note, fait appel à des considérations d'après lesquelles il s'agirait de *spectres de composés*.

Or les spectres de phosphorescence, de même que les spectres d'absorption, sont précisément des spectres de composés et l'objet de la Note que j'ai présentée antérieurement était de montrer que la présence de bandes de terres rares assignait la qualité de spectres de composés aux spectres étudiés par M. Dufour.

Une expérience récente de M. R.-W. Wood (1), sur l'existence d'électrons positifs dans l'atome du sodium, s'applique également à des spectres de la même nature.

Les phénomènes qui, du moins jusqu'à présent, ont manifesté la présence d'électrons positifs, paraissent caractéristiques de l'état particulier de la matière donnant les spectres en question, et ont une grande généralité (2).

Je rappellerai à cette occasion une partie des conclusions d'un de mes anciens Mémoires sur les spectres d'absorption des cristaux (3) :

Lorsqu'on étudie l'émission lumineuse des vapeurs incandescentes, les corps sont généralement amenés à un même état de dissociation et donnent un seul spectre caractéristique. C'est seulement dans des circonstances particulières, lorsque la dissociation n'est pas réalisée ou lorsqu'on fait varier très notablement la température dans les étincelles, qu'on peut obtenir des spectres différents avec un même corps.

Au contraire, dans l'étude de l'absorption, l'analyse optique met en évidence toutes les perturbations dues aux affinités moléculaires; toute modification chimique change le spectre, et, pour obtenir des résultats constants avec une même matière, il faut l'observer toujours dans les mêmes conditions.

A l'état cristallisé la même matière peut, comme on l'a vu plus haut, donner trois spectres différents.

L'analyse spectrale par absorption est donc d'une extrême sensibilité; mais, en raison des perturbations dues aux influences les plus diverses, les conclusions doivent être formulées avec la plus grande circonspection. Toutefois, elle peut révéler l'existence de composés que les autres méthodes seraient impuissantes à mettre en évidence, puisque ces composés seraient détruits par l'analyse elle-même.

Ajoutons en terminant que les diverses considérations relatives à l'analyse

---

(1) *Phil. Mag.*, vol. XV, 1908, p. 274.

(2) Jean Becquerel, *Le Radium*, t. V, p. 17.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIV, 1888, p. 256.

spectrale par absorption s'appliquent à l'analyse spectrale de la lumière émise par phosphorescence.

On voit que les idées auxquelles je me reportais dans ma Note sont déjà fort anciennes. Les faits observés récemment par M. A. Dufour semblent confirmer l'assimilation des spectres étudiés à des spectres de la même nature que certains spectres de phosphorescence ou d'absorption.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcoolyse de l'huile de lin.* Note de M. **A. Haller**.

Dans nos recherches antérieures [1] sur l'alcoolyse des corps gras, nous avons étudié le beurre de coco dont les principes constitutifs dominants sont des glycérides d'acides saturés, $C^nH^{2n}O^2$, et l'huile de ricin qui est caractérisée par la présence d'un glycéride à acide-alcool non saturé, l'acide ricinoléique, $C^{18}H^{34}O^3$.

L'huile de lin constitue un autre type de corps gras, celui des huiles siccatives.

L'importance que présente cette huile dans l'industrie fait qu'elle a été l'objet de nombreuses recherches sur lesquelles il nous est impossible d'insister dans cette courte Note.

Remarquons d'abord que, suivant son âge et sa provenance, cette huile possède, selon les techniciens, des propriétés différentes.

I. Pour nos essais nous avons eu recours à quatre échantillons mis obligeamment à notre disposition par M. Guary, chef de la maison Lorilleux et Cie, à Paris.

Ces huiles possèdent les indices d'iode et de saponification suivants :

Origine de l'huile.	Indices d'iode.	Indices de saponification.
Huile de pays	176	185
» de Bombay	168	190
» des États-Unis	171	189
» de la Plata	172	191

Ces valeurs rentrent dans les limites indiquées par M. Lewkowitsch dans

(1) A. Haller, *Des corps gras* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 657); A. Haller et Youssoufian, *Alcoolyse du beurre de coco* (*Ibid.*, p. 803); A. Haller, *Alcoolyse de l'huile de ricin* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 465).

sa technologie des corps gras, sauf pour l'huile de lin de pays qui a un indice d'iode légèrement trop fort et un indice de saponification un peu trop faible.

II. Comme l'huile de lin est insoluble dans les alcools méthylique et éthylique, son alcoolyse est assez lente. Nous l'avons accélérée en ajoutant un solvant qui rend la masse homogène.

On a employé successivement la benzine, le tétrachlorure de carbone, l'acétone et l'éther.

Au cours de ces essais, nous avons remarqué que les opérations effectuées au sein du benzène, du tétrachlorure de carbone et de l'acétone fournissaient, après traitement de la masse et distillation des éthers obtenus, un résidu non distillable d'un poids plus élevé que lorsqu'on opérait au sein de l'éther.

Nous avons également observé que, pour obtenir une réaction totale dans une seule et même opération, il fallait augmenter la quantité d'acide chlorhydrique et la porter à 2,5 pour 100 de l'alcool employé.

Nous nous sommes arrêté aux proportions suivantes pour chaque huile traitée :

Huile de lin	500g
Alcool méthylique absolu à 2,5 pour 100 d'acide chlorhydrique	625
Éther	850

Ce mélange est homogène à l'ébullition.

On le chauffe dans un ballon, muni d'un réfrigérant ascendant, pendant 12 heures. Après refroidissement, on agite le liquide avec du carbonate de baryte pour neutraliser l'acide, puis avec de l'eau salée. Cette dernière opération a pour but d'enlever la glycérine et la majeure partie de l'alcool méthylique en excès. Le mélange est enfin desséché sur du chlorure de calcium, puis distillé pour chasser l'éther. L'huile restante est rectifiée dans le vide et l'on recueille les portions qui passent aux différentes températures sous la pression de 15mm.

Dans chacune de ces distillations, il est resté un résidu solide, noirâtre, pesant de 5g à 30g.

Nous donnons dans le Tableau suivant les portions d'éthers obtenues avec chacune des huiles mises en œuvre:

Températures de distillation sous 15mm.	Huile de pays.	Bombay.	États-Unis.	Plata.
Au-dessous de 200°	60g	50g	70g	75g
De 200° à 202°	333	175	115	195
De 202° à 205°	75	212	240	185
Au-dessus de 205°	30	30	70	30
	498	467	495	485

III. Ces differents fractionnements, soumis à un froid de -7°, ont tous laissé déposer des cristaux qu'on a essorés à la trompe. Les produits obtenus, après avoir séjourné sur des assiettes poreuses, sont purifiés par cristallisation dans l'alcool méthylique.

Les cristaux extraits des portions d'éthers bouillant au-dessous de 200° fondent à 28° et sont constitués par du palmitate de méthyle. Ceux retirés des parties d'éthers bouillant au-dessus de 205° (205°-210°) ont le point de fusion de 38° et sont formés de stéarate de méthyle.

Indépendamment de ce dernier composé, nous avons réussi à retirer des portions plus élevées du mélange des éthers obtenus avec les huiles de pays, de Bombay et des États-Unis, des cristaux moins solubles dans l'alcool méthylique et fondant respectivement à 55°, 52°-54°, 54°-55°. Soumis à l'analyse, ces cristaux présentent la composition de l'arachate de méthyle $C^{21}H^{42}O^2$, qui, à l'état pur, fond à 54°-54°,5.

La partie solide extraite des portions distillant de 200° à 205° est constituée par un mélange de palmitate et de stéarate de méthyle et n'a pas de point de fusion fixe.

Quant aux éthers liquides, débarrassés, autant que possible, par le froid, des produits solides, ils distillent dans les mêmes limites de températures que celles signalées plus haut et sont constitués par des mélanges d'oléate, linoléate, linolénate et isolinolénate de méthyle, encore souillés de traces de palmitate et de stéarate de méthyle, qu'il est impossible de séparer par distillation fractionnée.

Les faibles différences de composition que présentent entre eux les éthers des acides en C^{18} ne permettant point d'avoir, par l'analyse élémentaire, des indications sur la nature des mélanges, nous avons cherché à préparer les dérivés bromés des divers fractionnements.

Là encore les essais tentés n'ont abouti qu'à l'obtention de divers produits pâteux dont la teneur en brome variait de 45 à 49,5 pour 100, alors que le tétrabromure de linoléate de méthyle exige 52,1 pour 100 de brome et l'hexabromure de linolénate 62,1 pour 100 du même élément.

Nous n'avons pas obtenu de renseignements plus précis en nous adressant aux indices d'iode et aux pouvoirs réfringents moléculaires des produits liquides.

L'indice d'iode des diverses portions recueillies a varié de 167 à 187, tandis que le pouvoir réfringent des mêmes produits a oscillé entre 90,56 et 91,28.

Or les constantes calculées des éthers que peuvent contenir les différents

fractionnements sont les suivantes :

Éthers.	Indices d'iode.	Pouvoirs réfringents moléculaires.
Palmitate de méthyle........	0	82,059
Stéarate de méthyle.........	0	91,265
Oléate de méthyle...........	85	90,870
Linoléate..................	172	90,475
Linolénate (et iso)...........	260	90,080

Conclusion. — Les divers auteurs qui se sont occupés des huiles de lin ont conclu à la présence, dans ces huiles, de glycérides des acides myristique, palmitique, oléique, linoléique, linolénique et isolinolénique.

Si la méthode d'analyse que nous avons employée n'a pas permis de séparer et de caractériser tous les constituants de l'huile de lin, elle a cependant conduit à isoler deux autres acides de la série saturée : l'acide stéarique qui existe dans cette huile en quantités appréciables et l'acide arachique qu'on ne trouve qu'en très petites proportions.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La parthénogenèse à Roscoff et à Berkeley.* Note de M. **Yves Delage.**

Dans une nouvelle Note, parue aux *Comptes rendus* de la précédente séance, M. Loeb ne conteste plus l'originalité de mes résultats, mais il cherche à montrer que les conditions sur lesquelles je fonde mes interprétations ne sont pas réalisées dans mes expériences. Pas plus cette fois que la précédente [1] je ne saurais accepter ses conclusions. Je prendrai ses objections dans l'ordre où il les a présentées.

I. D'après lui, ma solution sucrée serait hypertonique et non isotonique, comme je le crois. Il ne me semble pas qu'il puisse y avoir discussion sur ce point. L'eau de mer se congèle à $-2°,1$. Ce chiffre trouvé par Deckhuyzen, vérifié par moi, n'est pas contesté par M. Loeb. La pression osmotique de l'eau de mer est donc égale, à une constante près, à $\frac{1,85}{2,10} = 1,135$. La solution de sucre qui lui est isotonique doit donc contenir 1,135 molécule-gramme. C'est ainsi que je l'ai constituée. M. Loeb concède qu'elle peut être isotonique à l'eau de mer, mais déclare qu'elle est fortement hypertonique pour les œufs. Il faudrait pour cela que les œufs fussent hypoto-

(1) Voir *Comptes rendus*, séances des 25 novembre et 9 décembre 1907.

niques par rapport à l'eau de mer. Or, à la page suivante, M. Loeb écrit : « En outre, l'eau de mer présente cet avantage qu'elle est indubitablement une solution isotonique pour les œufs de *Strongylocentrotus*. » Je ne vois pas le moyen de concilier ces deux assertions.

II. M. Loeb ne réussit pas à obtenir des larves avec ma solution sucrée dépourvue d'oxygène. La raison en est simple, c'est qu'il n'y met pas de tannate d'ammoniaque. Je n'ai jamais contesté que l'oxygène fût nécessaire avec son procédé, où il emploie une solution simplement hypertonique. J'ai dit simplement et je répète qu'avec l'agent beaucoup plus actif que j'emploie, le tannate d'ammoniaque, il n'en est plus ainsi. M. Loeb pense que si mon procédé réussit là où le sien échoue cela tient à ce qu'il peut se dissoudre de l'oxygène dans mes liquides pendant l'introduction de l'ammoniaque et des œufs. Je lui demande de vouloir bien attendre pour juger mes expériences d'en avoir lu le détail dans le Mémoire *in extenso* remis depuis longtemps à l'imprimeur et dont j'attends d'un jour à l'autre la livraison. Il y verra que, si nos solutions (les siennes comme les miennes) contiennent des traces d'oxygène (ce que j'ai été le premier à affirmer), c'est qu'il est à peu près impossible de l'extraire complètement, mais que les miennes sont certainement mieux purgées que les siennes et que la différence des résultats tient à ce que l'oxygène nécessaire avec les solutions simplement hypertoniques ne l'est plus avec celles additionnées de tannate d'ammoniaque.

III. Pour montrer que ma méthode fondée sur deux traitements, l'un acide, l'autre alcalin, se laisse ramener à la sienne, caractérisée par un seul traitement, par une solution hypertonique alcalinisée, M. Loeb déclare que l'addition de tannate d'ammoniaque se réduit à une légère alcalinisation. S'il en était ainsi, pourquoi les résultats deviendraient-ils nuls dès que je supprime le tanin? Avant le perfectionnement qui a consisté à substituer le tanin aux acides ordinaires, je faisais deux traitements successifs : un premier, acide, suivi d'un second, alcalin, ainsi que l'exige ma théorie. Or, si je supprimais le traitement acide, aussitôt les résultats étaient annihilés, ainsi que je l'ai indiqué dans mon Mémoire.

M. Loeb a obtenu des segmentations et même quelques blastules par le traitement avec la solution simplement sucrée. Je l'avais mis au défi de le faire. En portant ce défi, j'agissais à coup sûr, ayant vérifié la chose à maintes reprises. Si M. Loeb y a réussi, c'est parce que son *Strongylocentrotus purpuratus* de Californie diffère du *Paracentrotus lividus* d'Europe, de la même manière que celui-ci diffère d'*Arbacia*. La synonymie de l'Oursin

qu'utilise M. Loeb ne me paraît pas nette : c'est une question que je vais examiner. Mais j'affirme, dès maintenant, que le *Paracentrotus* de Bretagne se comporte tout autrement en présence des réactifs de la parthénogenèse que l'Oursin de Californie, et je maintiens mon défi.

IV. Cette différence entre les deux sortes d'Oursins apparaît plus nettement encore dans les résultats obtenus par M. Loeb et par moi, au moyen des solutions pures. Tandis qu'avec l'Oursin de Californie des solutions pures, sans addition d'aucun réactif et employées en concentrations fortes, permettent d'obtenir de riches éclosions, il faut, avec l'Oursin de Bretagne, ajouter un réactif efficace, acides et alcalis ou tannate d'ammoniaque, ce qui permet, en même temps, de ne pas dépasser la concentration correspondant à l'isotonie. L'eau de mer elle-même ne permet des éclosions quelconques que lorsque la pression osmotique de ses sels a été fortement diminuée par addition d'eau distillée, tandis que sa pression globale était ramenée à l'isotonie au moyen du sucre.

Conclusions. — Je maintiens donc que le traitement que j'ai imaginé montre que l'hypertonie du véhicule est inutile et que la présence d'oxygène n'est pas indispensable. Je n'ai jamais contredit les résultats matériels de M. Loeb, pas plus qu'il ne contredit les miens, car tout le mérite de nos expériences réside dans leur conception, leur exécution ne présentant aucune difficulté. Mais j'estime que mes expériences prouvent la nature contingente de certains facteurs qu'il avait jugés nécessaires parce qu'ils l'étaient, en effet, avec sa méthode, tandis qu'ils ne le sont plus avec la mienne.

La discussion qui s'est élevée entre M. Loeb et moi est d'origine géographique. Si M. Loeb avait travaillé en Bretagne, il aurait reconnu que les solutions simplement hypertoniques, alcalinisées ou non [1], sont, ici, inefficaces, et que son procédé aux solvants des matières grasses, lui-même, ne donne point de résultats; et je ne doute pas, connaissant son esprit pénétrant et inventif, que, poussé par la nécessité, il eût trouvé soit la méthode au tannate d'ammoniaque, soit quelque autre équivalente. De même si j'avais travaillé à Berkeley je n'aurais point découvert la méthode en question et tout ce qui en découle, parce que, obtenant des larves avec les

---

(1) En particulier le traitement par eau de mer 50^{cm^3}, NaCl $2\frac{1}{2}\,n$ 8^{cm^3}, qui lui donne 98 pour 100 d'éclosions, ne donne à peu près rien avec l'Oursin de Bretagne. Il y a nombre d'années que j'ai constaté ces différences.

procédés qu'il a fait connaître, je n'aurais point été amené à en chercher de nouveaux.

Les Oursins de Californie sont plus avantageux que ceux de Bretagne en ce qu'ils sont plus faciles à faire développer, mais cet avantage se tourne en désavantage lorsqu'il s'agit de démêler le déterminisme de la parthénogenèse expérimentale.

M. A. Gautier, en faisant hommage à l'Académie de la troisième édition de son traité de *L'alimentation et les régimes chez l'homme*, s'exprime ainsi :

Depuis quelques années de nombreux travaux sont partout entrepris à ce sujet. Les laboratoires spéciaux se créent; le premier Congrès d'alimentation rationnelle de l'homme s'est tenu à Paris en 1906. On a compris enfin l'importance d'une alimentation rationnelle au point de vue de la santé publique et privée et des nécessités sociales. Aussi, les données s'accumulent-elles rapidement. Dans cette troisième édition j'indique, avec la composition de presque tous les aliments usuels tels qu'ils sont livrés bruts, leur teneur en matières réellement comestibles et utilisables et en déchets inutilisables, ce qui facilite beaucoup le calcul des rations en calories. J'insiste plus particulièrement sur l'alimentation de l'ouvrier des villes, du paysan, du soldat, etc., et sur les prix de revient. J'examine les variations des besoins alimentaires suivant le travail, les races, les climats, etc.; je relate ce qui a été fait sur l'emploi du sucre comme source d'énergie, le rôle alimentaire de certains sels minéraux, etc. Je m'étends plus que dans les précédentes éditions sur le végétarisme. J'insiste surtout sur les régimes à adopter au cours des maladies chroniques ou aiguës. Je termine enfin par l'exposé des moyens de contrôle des effets de chaque régime, etc.

Plus de cent pages nouvelles sont ajoutées à cette troisième édition.

M. A. Giard fait hommage à l'Académie de l'édition française de l'Ouvrage de M. J. Loeb : *La dynamique des phénomènes de la vie*. La traduction est due à MM. *H. Daudin* et *G. Schæffer;* M. Giard a écrit une préface.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Albert Nodon présente, par l'intermédiaire de M. Wolf, un Mémoire intitulé : *Recherches sur la radioactivité temporaire*.

(Renvoi à l'examen de la Section de Physique.)

PLIS CACHETÉS.

M. **Charles Nordmann** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 19 février 1906 et inscrit sous le n° 7071.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme un Mémoire intitulé : *Sur la dispersion de la lumière dans le vide interstellaire et quelques autres questions se rattachant à la Photométrie sidérale. Sur une méthode nouvelle de nature à les aborder.*

L'auteur y expose une méthode destinée à l'étude de la dispersion de la lumière dans l'espace intersidéral et fait la description de l'appareil construit dans ce but. Cette méthode et cet appareil sont décrits dans la Note ci-dessous.

ASTRONOMIE. — *Sur la dispersion de la lumière dans l'espace interstellaire.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

Depuis que Newton, dans une lettre à Flamsteed, l'a posée en 1691, la question est pendante de savoir si les rayons lumineux des diverses longueurs d'onde se propagent avec des vitesses rigoureusement égales dans l'espace interstellaire, autrement dit s'il s'y produit ou non une dispersion de la lumière.

J'ai poursuivi depuis deux ans une série de recherches relatives à cette question, au moyen d'une méthode nouvelle qui m'a permis d'en aborder la solution dans des conditions particulières de simplicité.

I. Considérons une étoile variable dont la variation lumineuse soit rapide et de grande amplitude, telle que β Persée par exemple. L'étude photométrique des étoiles variables n'a été réalisée jusqu'ici qu'en ce qui concerne leur lumière globale; mais imaginons qu'on puisse produire, d'une manière appropriée, une série d'images monochromatiques de l'étoile considérée, dont chacune soit constituée exclusivement par ceux de ses rayons lumineux qui sont compris dans telle ou telle partie du spectre.

Si les rayons qui nous viennent de l'étoile n'ont pas identiquement la même vitesse de propagation pour les diverses longueurs d'onde, il est évident que le minimum apparent ou une phase déterminée quelconque, relatifs à ces diverses

images monochromatiques, ne se produiront pas à la même époque, et les courbes de lumière relatives aux diverses images monochromatiques de la variable seront alors décalées, l'une par rapport à l'autre, d'une certaine quantité, fonction elle-même, sans doute, de la parallaxe de l'étoile.

La méthode consiste donc à observer photométriquement l'époque des diverses phases correspondantes de chacune des images monochromatiques produites comme il va être indiqué. On peut d'ailleurs, grâce à un dispositif simple, faire alterner rapidement les mesures d'intensité relatives aux diverses images, de sorte qu'il suffit théoriquement d'une seule période de l'étoile, c'est-à-dire d'une nuit, dans le cas des variables du type Algol, pour avoir un groupe complet d'observations.

II. L'appareil construit sur ces principes, et que j'ai utilisé pour les recherches actuelles, consiste en un équatorial muni à l'oculaire d'un dispositif latéral permettant, comme dans le photomètre Zöllner, de juxtaposer à l'image d'une étoile, au foyer de la lunette, celle d'une étoile artificielle; entre le foyer et l'oculaire, normalement à l'axe de l'équatorial et sur le trajet commun des faisceaux lumineux de l'étoile observée et de l'astre artificiel, un barillet, mobile dans une glissière, porte des cuves renfermant des liquides colorés particuliers, qu'on peut à volonté interchanger sur le trajet de ces faisceaux lumineux. On obtient ainsi, de l'étoile étudiée et de l'étoile artificielle, des séries d'images monochromatiques de même teinte. Pour faire les mesures, on réalise l'égalité d'éclat des deux images à l'aide de deux nicols munis de cercles divisés et placés sur le trajet des rayons de l'astre artificiel.

Celui-ci est produit par la condensation de la lumière que projette sur une petite ouverture circulaire une lampe électrique alimentée par des accumulateurs et réglée au moyen d'un rhéostat et d'un voltmètre de précision. L'influence des petites variations que peut subir son éclat dans le cours d'une même soirée et celle des variations locales de l'état atmosphérique sont éliminées en faisant alterner les mesures relatives à l'étoile variable observée avec celles d'une étoile fixe voisine auxquelles on rapporte celles-là.

J'ai utilisé dans les expériences actuelles trois écrans colorés dont chacun laisse passer exclusivement environ le tiers du spectre visible; ils sont constitués par des liquides colorés, inclus dans des cuves à glaces parallèles, de 5^{mm} d'épaisseur intérieure. Après de nombreux essais on a adopté pour les liquides colorés les compositions suivantes :

Écran n° 1 (écran rouge).		Écran n° 2 (écran vert).		Écran n° 3 (écran bleu).	
Rouge de Hœchst n° 1..	1^g	Vert naphtol.	$2^g,0$	Sulfate de cuivre crist..	20^g
Eau distillée.........	500	Tartrazine..	2,5	Eau et ammoniaque q.s.	375
		Bleu carmin.	0,5		
		Eau distillée.	6250		

L'écran n° 2 laisse passer la partie du spectre comprise entre $\lambda = 0^{\mu},59$ et $\lambda = 0^{\mu},49$

environ; l'écran n° 1 la partie située de $\lambda = 0^{\mu},59$ au rouge extrême, et l'écran n° 3 de $\lambda = 0^{\mu},49$ au violet extrême.

III. D'un grand nombre de pointés sur des étoiles fixes, exécutés au moyen du photomètre stellaire hétérochrome qui vient d'être décrit, on a déduit que l'erreur probable d'une mesure complète, comportant un pointé dans chacun des quadrants des nicols, est inférieure à 0,04 grandeur stellaire, dans de bonnes conditions atmosphériques. Étant donnée, d'autre part, la forme de la courbe de lumière d'Algol et des étoiles variables ayant une vitesse de variation analogue, on en déduit que la méthode est susceptible de mettre en évidence, avec ces étoiles, toute différence de phase supérieure à 3 minutes, entre les courbes de lumière des images monochromatiques relatives aux deux extrémités du spectre visible.

A titre d'exemple, et pour fixer les idées, admettons pour Algol la parallaxe provisoire déduite par Pritchard de ses mesures photographiques, et qui placerait cette étoile à une distance de 60 années de lumière environ; 3 minutes étant contenues un peu plus de 10 millions de fois dans 60 ans, la méthode est donc de nature, avec cette étoile, à mettre en évidence une différence de l'ordre de $\frac{1}{10000000}$, entre les vitesses de propagation dans l'espace des deux extrémités du spectre. Pour une étoile de parallaxe n fois moindre, la différence décelable est évidemment n fois plus faible.

Il me reste à exposer les premiers résultats auxquels a conduit l'emploi de cette méthode, notamment au cours d'une récente mission en Algérie dont j'ai été chargé à ce sujet.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, au nom de son Confrère M. *Georges Picot*, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences morales et politiques, l'Ouvrage suivant :

Institut de France. Académie des Sciences morales et politiques : Notices biographiques et bibliographiques, 1906-1907. *Membres titulaires et libres, Associés étrangers.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Rapport général sur les nivellements de précision exécutés dans les cinq*

parties du monde; Rapport sur les travaux du nivellement général de la France de 1904 *à* 1906 *inclus; Rapport sur la mesure des mouvements du sol dans les régions sismiques, au moyen de nivellements répétés à de longs intervalles,* par Ch. Lallemand.

2° *Les fours électriques et leurs applications,* par Ad. Minet.

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Mercure du* 14 *novembre* 1907, *faites à l'Observatoire royal de Belgique.* Note de M. **Lecointe**, présentée par M. Bigourdan.

Pendant ce passage le ciel a été à peu près constamment dégagé; seuls, quelques cirrus sont venus parfois passer devant le Soleil. Aussi avons-nous pu faire un assez grand nombre d'observations qui seront prochainement publiées en détail; en attendant nous en donnons ici un résumé.

I. *Observations des contacts,* données en temps moyen astronomique d'Uccle :

Lunette.			Deuxième contact (intérieur).		Troisième contact (intérieur).			
Ouverture libre.	Grossissement.	Premier contact (extérieur).	Tangence des disques.	Séparation des disques.	Disparition du filet lumineux.	Tangence des disques.	Quatrième contact (extérieur).	Observateurs.
m		h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	
0,20	150 (sans écran)..	»	»	22.43.21	»	2. 5.25	2. 8. 1	MM. Lecointe.
0,38	240 (avec réseau).	22.41. 1	22.43. 1	22.43. 9	2. 5.22	2. 5.27	2. 7.49	Stroobant.
0,08	30 (avec écran)..	22.41.10	22.42.56	22.43.12	2. 5.13	2. 5.20	2. 7.49	Van Biesbrœck.
0,15	180 (avec écran)..	22.40.42	»	22.43.14	»	2. 5.26	2. 7.45	Merlin.
0,16	95 (avec réseau).	»	»	22.43.26	»	2. 5.23	2. 7.58	Delvosal.
0,11	140 (sans écran)..	»	»	22.43.26	»	2. 5.20	2. 7.48	Stuyvaert.
0,095	90 (sans écran)..	»	»	»	»	2. 5.26	2. 7.56	Delporte.
0,049	(sans écran)..	»	»	»	»	2. 5.20	2. 7.42	Bijl.
0,04	(sans écran)..	»	»	»	»	2. 5.19	2. 7.43	Philippot.

	Éphémérides.	Premier contact		Deuxième contact	
		extérieur.	intérieur.	intérieur.	extérieur.
		h m s	h m s	h m s	h m s
Temps calculés	*Connaissance des Temps*	22.40.33,3	22.43.11,7	2. 5.13,9	2. 7.52,7
par	*Nautical Almanac*	22.40.49	22.43.25	2. 5.36	2. 8.15
M. Stroobant.	*Berliner Jahrbuch*	22.40.43	22.43.24	2. 5.36	2. 8.16

II. *Forme du disque.* — Les mesures ont été faites dans diverses condi-

tions spéciales, ouverture variable, avec et sans écran en mousseline, etc.

	Ouverture de la lunette et noms des observateurs :				
Direction de la mesure (¹).	0m,38, M. Stroobant (²).	0m,38, M. Van Biesbrœck (²).	0m,15, M. Merlin (²).	0m,16, M. Stroobant (³).	0m,16, M. Delvosal (³).
0-180.	8″,84	8″,19	7″,98	9″,05	8″,88
30-210.	»	8,45	»	»	»
45-225.	»	»	7,80	9,20	8,69
60-240.	»	8,65	»	»	»
90-270.	8,40	8,38	7,59	7,36	8,92
120-300.	»	8,25	»	»	»
135-315.	»	»	7,29	7,89	9,11
150-330.	»	8,19	»	»	»

En vue de déterminer les erreurs personnelles dans les observations du genre de celles qui nous occupent, et de rechercher l'influence de l'irradiation de la lumière qui a eu pour effet de diminuer le diamètre apparent de Mercure, M. Van Biesbrœck a procédé aux expériences suivantes : il a établi à 1351m,9 de l'Observatoire une plaque de verre mat, uniformément éclairée à l'électricité et devant laquelle il a placé une sphère noire dont le diamètre, vu de l'équatorial, était sensiblement le même que celui observé pour Mercure le 14 novembre 1907. Il a aperçu ainsi un petit disque noir sur fond brillant.

La discussion générale de ses observations et expériences amène M. Van Biesbrœck à conclure, pour la valeur du diamètre de Mercure, le 14 novembre, en tenant compte de l'irradiation et de l'équation personnelle : 9″,13.

Des expériences identiques, faites par M. Delvosal, et l'application de leurs conclusions à ses observations, conduisent cet observateur à évaluer à 9″,5 la valeur du diamètre de Mercure pour la date du passage de la planète sur le disque solaire.

III. *Observations de position.* — Elles ont été faites au cercle méridien de Repsold par M. Philippot, à la lunette méridienne de Gambey par M. Del-

(¹) La direction 0°-180° correspond à la direction du mouvement diurne.

(²) Micromètre à fils.

(³) Micromètre à double image.

porte, au cercle mural et au cercle vertical d'Ertel par M. Bijl et à l'équatorial de $0^m,38$ par M. Van Biesbrœck.

IV. *Observations sur l'aspect physique.* — Les observations sur l'aspect physique ont été faites : 1° à la lunette pointeur de $0^m,20$ d'ouverture de l'équatorial photographique de Gautier par MM. Lecointe, Delvosal et Smedts; 2° à l'équatorial de $0^m,38$ par MM. Stroobant et Van Biesbrœck; 3° à l'équatorial de Cooke de $0^m,15$ par M. Merlin; 4° à l'équatorial de Grubb de $0^m,15$ par M. Delvosal; 5° à la lunette de Dollond par M. Stuyvaert; 6° à l'équatorial de $0^m,095$ par M. Delporte; 7° au cercle vertical d'Ertel, par M. Bijl.

La planète n'a été aperçue en dehors du disque du Soleil, après son passage, que par M. Van Biesbrœck, et encore cette observation est-elle donnée comme très douteuse. Le ligament a été signalé, après le deuxième contact et avant le troisième, par la presque totalité des observateurs.

M. Merlin a observé, par moments, une auréole d'une teinte jaunâtre, dont l'intensité allait en diminuant de son périmètre intérieur à son périmètre extérieur. Cette auréole accompagnait Mercure, persistait dans toute l'étendue du champ et résistait aux déplacements de l'œil.

M. Delporte a constaté également la présence d'un anneau de couleur d'abord jaune brun, puis violet très clair, presque blanc. Il a relevé des taches claires sur le disque de Mercure et signale à un certain moment un point lumineux à proximité de l'endroit où, auparavant, une tache claire s'était montrée. La mention « illusion » est inscrite à côté de cette observation. L'aide de M. Delporte, invité à observer ce phénomène, n'a pas distingué l'anneau brillant.

M. Stuyvaert signale également des taches lumineuses ainsi que la présence de points et d'un trait brillants sur le disque de Mercure.

M. Bijl a relevé, au sud-est de la planète, deux points noirs, vifs et ronds, l'un double de l'autre et accompagnant la planète dans son mouvement de translation. Ces points noirs ont subsisté malgré diverses opérations telles que la rotation de la bonnette et de l'oculaire et les déplacements de la lunette en azimut; ils sont restés visibles dans toute l'étendue du champ, même lorsque l'objectif était diaphragmé. M. Bijl n'a pas fait constater le phénomène par son aide.

En dehors des indications fournies ci-dessus, les autres observateurs n'ont rien signalé de particulier; ils ont constaté que la teinte de Mercure était uniforme et plus foncée que le noyau des taches solaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les séries de Taylor.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Émile Picard.

Nous dirons qu'une série

$$f(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots \tag{1}$$

à coefficients *réels*, convergente dans tout le plan des z, *jouit de la propriété* (A), si la fonction $f(z)$ ainsi que tout polynome $f_n(z)$ formé de ses $n+1$ premiers termes ont leurs zéros tous réels.

Nous nous proposons de rechercher les conditions *nécessaires et suffisantes* pour qu'une série (1) donnée jouisse de la propriété (A) en nous bornant dans cette Note au cas des coefficients a_n *positifs*, le cas où il y aurait des coefficients négatifs étant réservé pour une Communication prochaine.

Les cas $a_0 = 0$ (qu'on peut éviter) et $a_1 = 0$ (dans lequel f_2 aurait ses zéros imaginaires) étant exclus, on peut toujours faire $a_0 = 1$, $a_1 = 1$. En désignant par

$$\varphi_n(z) = z^n + z^{n-1} + a_2 z^{n-2} + \ldots + a_n \tag{2}$$

la transformée en $\frac{1}{z}$ de l'équation $f_n(z) = 0$, les polynomes $\varphi_n(z)$ peuvent être définis par la relation de récurrence

$$\varphi_n(z) = z\varphi_{n-1}(z) + a_n \tag{3}$$

avec $\varphi_0(x) = 1$. La courbe

$$y = \varphi_n(z) \tag{4}$$

n'est autre que la courbe

$$y = z\varphi_{n-1}(z), \tag{5}$$

après qu'on a déplacé l'axe Oz de celle-ci parallèlement à lui-même de la longueur a_n vers les y négatifs.

En construisant de proche en proche les courbes (4) en partant des courbes déjà construites

$$y = \varphi_{n-1}(z) \tag{6}$$

avec $\varphi_1(z) = z + 1$, on s'assure facilement que : 1° la courbe (6) coupant

son axe Oz en $n-1$ points réels, pour que la courbe (4) coupe aussi son axe Oz en n points réels, il faut et il suffit que le déplacement $-a_n$ de cet axe soit inférieur ou égal au plus petit déplacement ξ_n qu'il faudrait lui imprimer vers les y négatifs pour qu'il vienne toucher la courbe (5); 2° si $a_n < \xi_n$ la courbe coupe son axe Oz en n points réels distincts; 3° si $a_n = \xi_n$ les points d'intersection sont encore tous réels, mais il y en a de confondus.

Or, si l'on désigne par

$$\Delta_n(a_2, a_3, \ldots, a_n) \tag{7}$$

le discriminant du polynome (2), la valeur ξ_n sera la plus petite racine positive (dont l'existence est assurée d'après la construction précédente) de l'équation algébrique en x,

$$\Delta_n(a_2, a_3, \ldots, a_{n-1}, x) = 0, \tag{8}$$

donnant les valeurs de $x = a_n$ pour lesquelles le polynome $\varphi_n(x)$ a des zéros multiples.

On arrive ainsi, d'une manière bien intuitive, au théorème suivant :

Pour qu'une série à coefficients positifs

$$1 + z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \ldots \tag{9}$$

jouisse de la propriété (A), *il faut et il suffit que le coefficient* a_n *soit inférieur ou égal à la plus petite racine positive de l'équation* (8) *et cela pour toute valeur* $k \geqq 2$. Les zéros des polynomes seront, d'ailleurs, tous simples ou il y en aura de multiples suivant qu'on a $a_n < \xi_n$ ou bien $a_n = \xi_n$.

Parmi toutes les séries (9) en nombre illimité, jouissant de la propriété (A), l'une mérite une attention toute spéciale : *c'est la série*

$$f(z) = 1 + z + \lambda_2 z^2 + \lambda_3 z^3 + \ldots, \tag{10}$$

où tous les coefficients atteignent leurs plus grandes valeurs possibles.

Le coefficient $\lambda_n (k = 2, 3, \ldots)$ est la plus petite racine positive de l'équation algébrique en x

$$\Delta_n(\lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_{n-1}, x) = 0 \tag{11}$$

ayant toujours pour racine $x = 0$ et au moins une racine positive, comme l'indique la construction précédente. On trouve ainsi

$$\lambda_2 = \frac{1}{4}, \qquad \lambda_3 = \frac{1}{54}, \qquad \lambda_4 = \frac{1}{2379,423}, \qquad \ldots,$$

et les polynomes $f_n(z)$ correspondants sont

$$f_2(z) = 1 + z + \frac{z^2}{4} = \frac{1}{4}(z+2)^2,$$

$$f_3(z) = 1 + z + \frac{z^2}{4} + \frac{z^3}{54} = \frac{1}{54}(z+6)^2\left(z+\frac{3}{2}\right),$$

$$f_4(z) = 1 + z + \frac{z^2}{4} + \frac{z^3}{54} + \frac{z^4}{2379,423}$$
$$= \frac{1}{2379,423}(z+19,1172)^2(z+4,3225)(z+1,5064).$$

La série (10) représente une fonction entière de z du genre zéro, ayant pour facteur exponentiel e^{-z} (1). Elle mérite une étude approfondie et *je la signale à l'attention des analystes*. J'ajouterai seulement que son coefficient général λ_n satisfait à l'inégalité (2)

$$\lambda_n < \frac{1}{n!(\sqrt{2})^{n(n-1)}}$$

montrant, par exemple, que son module pour $z = re^{\theta i}$ est inférieur à $\Phi(r\sqrt{2})$ où $\Phi(z)$ désigne la transcendante entière

$$\Phi(z) = \sum_0^\infty \frac{e^{-\alpha n^2}}{n!} z^n$$

avec $\alpha = \frac{1}{2}\log 2$; que les zéros de cette fonction, tous réels et inférieurs à -1, croissent, en valeur absolue, avec n plus vite que l'expression

$$(n+1)(\sqrt{2})^n.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration approchée des équations différentielles*. Note de M. **Émile Cotton**, présentée par M. Émile Picard.

La méthode que j'ai donnée antérieurement (3) pour estimer l'erreur correspondant à une solution approchée d'un système d'équations différen-

(1) Conséquence d'un théorème de Laguerre (*Œuvres*, t. I, p. 174).

(2) Obtenue en exprimant que la dérivée d'ordre $n-2$ du polynome $f_n(z)$ a ses deux racines réelles pour $n \geqq 2$.

(3) *Comptes rendus*, 20 février et 17 juillet 1905. Un travail plus étendu sur le même sujet doit paraître dans les *Acta mathematica*.

tielles est basée sur l'évaluation des restes des séries données par la méthode d'approximations successives de M. Picard. Cette évaluation repose sur des inégalités de Lipschitz dont les coefficients positifs peuvent correspondre à des dérivées négatives ([1]) de valeurs absolues très grandes. Lorsqu'une telle discordance se présente, l'évaluation des erreurs peut devenir rapidement inutilisable pour le calcul numérique.

Ce défaut ne subsiste plus dans la méthode indiquée dans cette Note, dont le principe est d'ailleurs tout différent. Bien qu'elle s'applique à un système quelconque d'équations différentielles, nous l'exposerons, pour abréger, dans le cas d'une seule équation du second ordre.

1. Rappelons que, d'après Cauchy, pour intégrer une équation linéaire avec second membre

$$y'' + ay' + by = \psi(x), \tag{1}$$

on cherche d'abord la fonction $\varphi(x, \alpha)$ vérifiant l'équation sans second membre et telle que, pour $x = \alpha$, $\varphi = 0$ et $\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 1$. La formule

$$u(x) = \int_0^x \psi(\alpha)\,\varphi(x, \alpha)\,d\alpha \tag{2}$$

donne alors l'intégrale de (1) telle que, pour $x = 0$, $u = \frac{du}{dx} = 0$; $u' = \frac{du}{dx}$ est donné par une formule déduite de (2) en y remplaçant φ par $\varphi' = \frac{\partial \varphi}{\partial x}$.

2. Soit maintenant une équation quelconque du second ordre à laquelle nous donnerons la forme

$$y'' + ay' + by = F(x, y, y'), \tag{3}$$

a et b étant fonctions de la variable indépendante x; nous verrons plus loin comment on les choisit. Nous supposons connue une solution approchée η de (3) et admettons qu'elle vérifie exactement les données initiales (valeurs de y et y' pour $x = 0$); posons $g(x) = \eta'' + a\eta' + b\eta$. Appelons Y la solution cherchée, dont l'existence est supposée établie.

Désignons l'erreur $Y - \eta$ par u, *en prenant* $\psi(x) = F(x, Y, Y') - g(x)$, *$u$ vérifie la relation* (2). Comme ψ ne peut être supposé connu exactement, *nous calculerons une valeur approchée $v(x)$ de $u(x)$ en remplaçant*

([1]) Nous nous limitons aux éléments réels.

dans (2) φ *et* ψ *par des fonctions voisines* φ_1 et ψ_1. En partant de limites supérieures de $|\varphi|$, $|\psi|$, $|\varphi - \varphi_1|$, $|\varphi' - \varphi'_1|$ et de $|\psi - \psi_1|$ on aura aisément des limites supérieures $\delta(x)$ pour $|u - v|$ et $\delta_1(x)$ pour $|u' - v'|$. Voyons maintenant comment on trouve φ_1 et ψ_1.

Dans le cas particulier très important où a et b sont constants, on peut prendre $\varphi = \varphi_1$.

La détermination de φ_1 est moins aisée dans le cas général, on peut cependant la regarder comme praticable par des méthodes connues, puisqu'elle revient à l'intégration approchée d'une équation linéaire

$$\psi_1 = F(x, \eta, \eta') - g(x).$$

Nous prendrons alors $\psi - \psi_1 = F(x, Y, Y') - F(x, \eta, \eta')$.

Admettons : 1° qu'on ait des limites supérieures grossièrement évaluées pour $|u|$ et $|u'|$, soient ε et ε_1 (on ferait au besoin des hypothèses dont on vérifierait ensuite la validité); 2° que lorsque le point x, y, y' se déplace au voisinage de la courbe $y = \eta(x)$, $y' = \eta'(x)$ on ait pour F une inégalité de Lipschitz dont les coefficients α et β soient petits. Nous aurons alors $|\psi - \psi_1| < \alpha\varepsilon + \beta\varepsilon_1$ et nous pourrons calculer δ et δ_1.

Tant que $|x|$, $|v \pm \delta|$, $|v' \pm \delta_1|$ sont assez petits pour que les hypothèses antérieures soient vérifiées *on peut affirmer que u et u' restent compris respectivement entre* $v - \delta$ *et* $v + \delta$ *et entre* $v' - \delta_1$ *et* $v' + \delta_1$.

Pour donner à une équation quelconque $y'' = f(x, y, y')$ la forme (3) on prend pour a et b les résultats de substitution de η et η' à y et y' dans $-f'_y$ et $-f'_{y'}$ (ou dans des fonctions voisines). Si les dérivées f'_y et $f'_{y'}$ sont continues et varient lentement, α et β sont petits comme nous l'avons supposé.

3. On peut aussi évaluer une limite supérieure de $|u|$ en remplaçant dans (2) φ et ψ par des fonctions respectivement supérieures à $|\varphi|$ et $|\psi|$. On rattache à ceci la justification d'une méthode d'approximations successives souvent employée : on prend $y_1 = \eta$ puis, d'une façon générale, y_i satisfaisant à $y''_i + ay'_i + by_i = F(x, y_{i-1}, y'_{i-1})$.

4. Les fonctions φ_1 et ψ_1 peuvent avoir des signes quelconques; des compensations pourront donc se produire dans l'évaluation de v et de v'. Grâce à cette circonstance, les résultats du n° 2 permettront mieux que les méthodes antérieures d'apporter à la notion intuitive « *deux équations différentielles voisines ont des solutions voisines* » non seulement la rigueur mathématique, mais encore une précision suffisante pour conduire à des inégalités numériques pratiquement utilisables.

NAVIGATION. — *Sur la diminution du roulis des navires.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que le roulis présente de graves inconvénients pour la vitesse des navires et la précision du tir des canons. Aussi la réalisation de navires à vitesses toujours plus grandes et l'importance croissante de l'artillerie à longue portée ont mis à l'ordre du jour la question de la diminution du roulis.

En plus des moyens déjà connus, deux moyens nouveaux ont été proposés récemment : le gyroscope et les tubes auto-amortisseurs (¹).

Par leur emploi il semble qu'on pourrait diminuer sans limite l'angle de roulis.

La présente Note a pour but de montrer qu'il existe, pour chaque navire et sur chaque houle, un *minimum de l'angle de roulis* au-dessous duquel on ne peut descendre sans désavantage.

On sait que les navires roulent avec une période propre T_n sensiblement constante, et qu'ils offrent au mouvement oscillatoire une résistance passive dont le travail est fonction de la vitesse.

D'ailleurs, l'action de la houle dépend de trois éléments : le rapport de la période T de la houle à la période T_n du navire, l'angle Θ d'inclinaison des vagues au point d'inflexion, et les dimensions du navire. Le rapport de ces dimensions à celles des vagues intervient par le produit ν des trois coefficients de réduction μ, μ', μ'' de M. Bertin (²); ν, toujours plus petit que l'unité, multiplie Θ dans les équations du roulis.

Par suite de l'insuffisance de la résistance passive des carènes, l'angle moyen de roulis est toujours beaucoup plus grand que le produit $\nu\Theta$.

Comme conséquence, lorsqu'on étudie le roulis, on admet implicitement que les mouvements oscillatoires permettront toujours au navire de recevoir de l'eau une poussée constante (que cette poussée soit simplement hydrostatique comme en eau calme, ou qu'elle comporte des termes dynamiques, comme sur houle).

Ceci est légitime tant que l'angle φ de roulis absolu est plus grand que $\nu\Theta$.

(¹) *Trans. Nav. Archit.*, 1904 et 1907; *Comptes rendus*, 6 mai 1907.

(²) *Les vagues et le roulis*, Berger-Levrault, 1877, p. 73 et suiv.

Mais si, par un moyen quelconque, on maintient constamment la condition

$$\varphi < \nu\Theta,$$

si, en d'autres termes, lorsqu'une vague passe sous le navire, celui-ci ne peut tourner assez vite autour de son axe instantané de rotation pour demeurer constamment isocarène, comme d'ailleurs la pesanteur ne cesse d'agir sur lui, il reprendra sa flottaison isocarène par une *translation;* il tombera ou s'élèvera. Le roulis se trouvera transformé en un mouvement de *danse*.

On sait que ce dernier mouvement est caractérisé par une période propre T_d qui a la valeur

$$T_d = \pi\sqrt{\frac{V}{S}},$$

expression dans laquelle V est le volume de la carène et S la surface de la flottaison correspondante.

Or, sauf pour les très grands navires, on a toujours

$$T_d < T_n.$$

D'ailleurs, pour la vitesse des navires, le tir des canons ou même le mal de mer, les inconvénients des mouvements oscillatoires sont en raison directe de la vivacité de ces mouvements.

Par suite, on ne pourra que perdre à transformer le roulis en danse.

Il n'y a donc pas intérêt à munir les navires d'appareils pouvant réduire l'angle φ à une valeur plus petite que $\nu\Theta$.

Si l'on disposait de moyens d'agir sur le tangage, on peut remarquer qu'on arriverait à une conclusion inverse de la précédente.

On sait, en effet, que la période T_g du tangage est bien plus faible que T_d et que T_n.

D'autre part, les résistances active et passive de la carène, énormes dans le tangage en eau calme, sont encore considérablement accrues par la marche du navire. Il en résulte un amortissement extrêmement rapide des oscillations de tangage.

Par suite de ces conditions, l'angle α de tangage moyen est toujours plus petit que l'angle d'inclinaison Θ des vagues qui le provoquent.

Il semble bien évident que les mouvements de danse qui accompagnent le tangage n'ont pas d'autre origine.

C'est aussi dans le fait de la coexistence inévitable de la danse et du tangage qu'il faut chercher l'explication du déplacement apparent de l'axe de tangage au cours d'une oscillation. On sait en effet que cet axe, qui semble situé vers le tiers arrière quand l'avant du navire s'élève à la lame, paraît se déplacer vers le tiers avant quand l'avant plonge.

Dans tous les cas, on peut affirmer que *tout moyen de nature à diminuer l'angle de tangage augmentera l'amplitude de la danse qui l'accompagne.*

Seulement, à l'inverse de ce qui a lieu pour le roulis, il y *aurait avantage à provoquer cette transformation,* par suite de la condition $T_d > T_g$ toujours réalisée.

Il serait intéressant, en vue de l'application des méthodes de réduction du roulis, de calculer quelle valeur il faudrait donner à la résistance passive de la carène pour que le minimum de l'angle de roulis déterminé par les considérations précédentes se trouve réalisé.

Malheureusement, l'étude analytique du roulis sur houle est encore trop imparfaite pour permettre un pareil calcul.

Seule l'expérience peut, dans l'état actuel, nous servir de guide.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle série de sels ferriques ammoniacaux où le fer est masqué.* Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. Gernez.

Les propriétés des ferripyrophosphates que j'ai décrits (¹) m'ont amené à étudier de près comment ces sels se comportent vis-à-vis de l'ammoniaque.

En solution étendue, cette base n'en précipite pas d'hydrate ferrique, mais elle colore la solution en jaune rougeâtre, laissant le fer masqué. J'ai cherché à isoler le ou les composés complexes nouveaux qui devaient s'y trouver; c'est l'objet de cette Note.

Sur une solution de ferripyrophosphate refroidie à 10°, préparée en mélangeant des solutions à 15 pour 100 de pyrophosphate de sodium et de chlorure ferrique, je verse de l'ammoniaque à 29° Baumé. L'ammoniaque colore le liquide en rouge, et l'on observe :

1° Un précipité cristallin atteignant environ un tiers du pyrophosphate employé; 2° à la zone de séparation des deux liquides initiaux, une couche de grumeaux rouges surmontés de grumeaux jaune clair; 3° dans la partie supérieure du liquide un feutrage de longs cristaux soyeux.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLVI, p. 231.

Tous ces corps sont des sels ferriques ammoniacaux à fer masqué. Ceux qui se forment en haut du liquide sont très chargés en ammoniaque et fort dissociables. Je me bornerai aujourd'hui à la description des deux premiers.

Le précipité cristallin contient du pyrophosphate de sodium précipité par l'ammoniaque et qui entraîne des proportions variables de fer et d'ammoniaque. Cependant on constate que le rapport du fer à l'ammoniaque ne prend que deux valeurs fixes.

Quand la partie inférieure de la solution contient au début beaucoup d'ammoniaque, le précipité est orangé, formé d'aiguilles courtes et grosses ou de croix de Saint-André. Le fer et l'ammoniaque y figurent alors dans le rapport

$$\frac{Fe}{1,5\,AzH^3} \quad \left(\text{valeurs observées : } \frac{Fe}{1,51\,AzH^3}\right).$$

On peut considérer ce précipité comme formé d'une combinaison de phosphate de sodium et de ferripyrophosphate ammoniacal de la forme

$$n(P^2O^7Na^4, 10H^2O) + Fe^2(P^2O^7)^3Na^6 + 3\,AzH^3 + p\,H^2O.$$

J'ai obtenu pour n et p les valeurs

$$n_1 = 4, \quad p_1 = 8,$$
$$n_2 = 2,5, \quad p_2 = 15,$$
$$n_3 = 18, \quad p_3 = 25.$$

Quand au contraire la précipitation se fait en milieu peu alcalin, le précipité est formé de petites plaques rectangulaires jaunes, souvent écornées. Le fer et l'ammoniaque y figurent dans le rapport $\frac{Fe}{AzH^3}$.

En représentant leur constitution par

$$n(P^2O^7Na^4, 10H^2O) + Fe^2(P^2O^7)^3Na^6 + 2\,AzH^3 + p\,H^2O,$$

j'ai trouvé pour n et p les valeurs

$$n_1 = 18, \quad p_1 = 50; \quad n_2 = 9, \quad p_2 = 60.$$

Quand la liqueur a cessé de précipiter, on peut en soutirer les grumeaux rouges. Ceux-ci, exposés à l'air, se liquéfient en devenant d'un rouge violacé très foncé; ils perdent de l'eau et de l'ammoniaque. Séchés dans une

atmosphère d'ammoniac dilué, qui empêche leur dissociation, ils correspondent à la formule

$$(P^2O^7)^3 Fe^4 + 2 P^2O^7Na^4 + 4 Az H^3 + 68 H^2O;$$

on trouve en effet : perte au feu, 50,3 pour 100 (théorie, 50,2); fer, 8,8 pour 100 (théorie, 8,71); ammoniaque, 2,6 pour 100 (théorie, 2,65); phosphore, 12,3 pour 100 (théorie, 12,06).

La solution aqueuse de ce corps est colorée en rouge, alcaline à la phtaléine et ne présente pas les caractères de sels ferriques, sauf vis-à-vis du sulfhydrate d'ammoniaque. Les sels d'argent y donnent un précipité rouille.

Abandonné longtemps à l'air sec, le sel perd de l'eau et de l'ammoniaque en se transformant en une poudre rouge brique soluble dans l'eau, contenant encore du fer masqué, et de formule

$$5[(P^2O^7)^3Fe^4 + 2P^2O^7Na^4] + 4AzH^3 + 160 H^2O.$$

Ces résultats m'ont amené à étudier la solution rouge que donne le pyrophosphate ferrique avec l'ammoniaque.

Par évaporation lente, on obtient un précipité formé de deux couches. La couche inférieure est jaune, la couche supérieure est rouge. La moitié inférieure de la couche jaune contient un dérivé ammoniacal très dissociable, mais le reste donne un corps stable de formule

$$(P^2O^7)^3Fe^4 + 8AzH^3 + 32 H^2O;$$

on a en effet : perte au feu, 48,98 pour 100 (théorie, 48,83); AzH^3, 9,38 pour 100 (théorie, 9,33); dans le résidu anhydre : fer, 29,7 pour 100 (théorie, 30).

Ce sel, soluble dans l'eau, avec formation d'une liqueur neutre, n'y présente pas les caractères des sels ferriques; les sels d'argent y donnent un précipité jaune pâle. Tous les constituants de ce nouveau sel semblent donc masqués.

Je me suis demandé si ces dérivés ammoniacaux ne sont pas comparables aux cobaltamines. D'après Werner, au cobalt peuvent correspondre les composés

(I) $$[Co(AzH^3)^{6-p} X^p] X^{3-p}$$

ou

(II) $$[Co(AzH^3)^{3-q} X^{3+q}] R^q.$$

On pourrait donc soupçonner la possibilité des composés

(I) $$[Fe^4(AzH^3)^{24-4p}(P^2O^7)^p](P^2O^7)^{3-p}$$

et

(II) $$[Fe^4(AzH^3)^{12-4q}(P^2O^7)^{3+q}]R^{4q}.$$

J'ai déjà préparé des ferripyrophosphates, correspondant à la formule (II), où l'on ferait $q = 3$. Les grumeaux rouges, obtenus aujourd'hui, correspondent à cette même formule où $q = 2$.

J'ai l'espoir de pouvoir obtenir bientôt les autres termes à l'état de pureté. Je les décrirai en même temps que les dérivés correspondant à l'acide métaphosphorique, établissant ainsi une parenté nouvelle entre le fer et le cobalt.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de magnésium.* Note de MM. **Paul Lebeau** et **Robert Bossuet**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les combinaisons formées par le silicium et le magnésium ont fait l'objet de nombreuses recherches, en raison de l'intérêt qu'elles présentaient pour la préparation des hydrures de silicium. Il règne cependant beaucoup d'incertitude dans la détermination des formules attribuées aux composés qui ont été décrits.

Wœhler (¹) a le premier signalé un siliciure auquel il donna la formule SiMg. Il l'obtenait en traitant par une solution concentrée de sel ammoniac des globules fondus provenant de la réduction d'un mélange de chlorure de magnésium et de fluosilicate de sodium par le sodium. Dans des conditions comparables, Geuther préparait le composé Si^3Mg^5 (²). Phipson et Parkinson, en étudiant la réduction de la silice par le magnésium, ont admis que ce métal pouvait s'unir au silicium pour donner plusieurs siliciures qu'ils ne purent isoler à l'état de pureté (³). Enfin, Gattermann et plusieurs autres auteurs ont également admis l'existence de siliciures définis de magnésium; mais toujours ces combinaisons étaient formées en mettant en présence, soit directement, soit indirectement, les proportions de silicium et de magnésium correspondant

(¹) Wœhler, *Ann. Chim. Phys.*, 3ᵉ série, t. LIV, 1858, p. 218.
(²) Geuther, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXIII, 1865, p. 2651.
(³) Phipson, *Proc. Roy. Soc.*, t. XIII, 1864, p. 217. — Parkinson, *Amer. Journ. Sill.*, 2ᵉ série, t. V, 1867, p. 117, 127, 156, 309.

à une formule donnée. L'existence de ces divers composés est donc insuffisamment établie (1).

Les recherches poursuivies par l'un de nous sur la formation des différents hydrures de silicium nous ont conduits à reprendre l'étude de ces combinaisons siliciées du magnésium.

Nous avons tout d'abord procédé à l'examen métallographique d'une série d'alliages bien fondus renfermant des quantités croissantes de silicium. Les produits ayant une teneur en silicium total inférieure à 45 pour 100 ont été préparés en chauffant, dans un creuset de terre au four Perrot, des fragments de magnésium avec un mélange de magnésium en limaille et de fluosilicate de potassium. Les culots plus riches en silicium provenaient de la fusion de proportions convenables de limaille de magnésium, de silicium cristallisé et d'une petite quantité de fluosilicate de potassium.

Les surfaces polies de deux alliages, l'un à 0,38 pour 100 et l'autre à 1,37 pour 100 de silicium, montrent des grains de magnésium entre lesquels on distingue nettement un eutectique, sans séparation de cristaux de siliciure. Mais un siliciure bien cristallisé apparaît pour des teneurs peu supérieures et devient déjà abondant dans des alliages à 6 et 8 pour 100 de silicium. Ce composé forme des cristaux bien développés au sein de l'eutectique, qui est très riche en magnésium. Au fur et à mesure que croît la teneur en silicium, la proportion des cristaux augmente et une surface polie d'un alliage à 40 pour 100 de silicium est presque entièrement constituée par des grains cristallins présentant des lignes de clivage et une faible proportion d'un eutectique d'un aspect différent du précédent. Une attaque faible par l'acide chlorhydrique permet de constater la présence dans cet eutectique d'une partie inattaquable qui n'est autre chose que du silicium libre. Au-dessus de 50 pour 100, les cristaux de silicium apparaissent bien formés au milieu de l'eutectique. Il semble déjà résulter, d'après cet examen métallographique, qu'il n'existe qu'un seul siliciure de magnésium renfermant moins de 40 pour 100 de silicium. Pour établir d'une façon indiscutable ce résultat, il restait à isoler ce composé défini et à déterminer le rapport du silicium combiné au magnésium dans les culots riches en silicium.

Nous avons vite reconnu que, pour séparer le siliciure de magnésium de l'excès de métal, il fallait rejeter d'une façon absolue l'emploi de tout liquide aqueux : le sili-

(1) Gattermann, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXII, 1889, p. 186. — Winckler, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXIII, 1890, p. 2642. — Vigouroux, *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. XII, 1897, p. 5. — Henri Moissan, *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. XXVII, 1902, p. 5.

ciure s'altérant toujours dans ces conditions. Nous avons obtenu d'excellents résultats en éliminant le magnésium à l'état d'organo-magnésien. On prend un alliage renfermant 25 pour 100 environ de silicium, on le concasse en menus fragments et on le soumet à l'action de l'iodure d'éthyle en présence d'éther anhydre. Lorsque la dissolution du magnésium est terminée, on lave avec de l'éther anhydre et l'on enlève ensuite les dernières traces de ce liquide par un courant d'hydrogène sec. Ce siliciure se présente en cristaux brillants octaédriques ressemblant aux cristaux de silicium et possédant, comme ces derniers, une couleur bleu ardoise par réflexion. Ils sont transparents sous une faible épaisseur et d'une coloration d'un brun plus rouge que les lamelles de silicium. Ils répondent exactement à la formule $SiMg^2$:

			Théorie pour $SiMg^2$.
Silicium	36,50	36,31	36,82
Magnésium	63,02	63,12	63,18
	99,52	99,43	100,00

Ce siliciure décompose lentement l'eau à la température ordinaire en donnant de l'hydrogène ne renfermant pas d'hydrogène silicié. L'acide chlorhydrique l'attaque énergiquement même à froid, en produisant un mélange d'hydrogène et d'hydrures de silicium spontanément inflammable. Parmi les propriétés de ce corps, nous signalerons sa dissociation relativement facile sous l'action de la chaleur. Chauffé dans le vide ou dans un courant d'hydrogène vers 1100° à 1200°, il est complètement décomposé en magnésium qui se volatilise et en silicium qui reste sous la forme d'une masse cristalline caverneuse.

Pour établir le rapport entre le silicium combiné et le magnésium dans les produits fondus renfermant du silicium libre, nous y avons dosé le magnésium, le silicium total et le silicium libre. Nos analyses ont porté sur des magnésiums siliciés titrant 42,1, 58,75 et 92,1 pour 100 de silicium total. Dans tous les cas, le rapport trouvé entre les poids de silicium combiné et les poids de magnésium correspondait à la formule $SiMg^2$.

L'ensemble de ces déterminations nous permet de conclure que dans l'action directe du magnésium sur le silicium il ne se produit qu'un seul composé défini ayant pour formule $SiMg^2$. Ce composé cristallise dans le magnésium et il peut en être séparé en éliminant le métal dissolvant par la formation d'un composé organo-magnésien. Ce siliciure de magnésium possède la propriété d'être dissocié complètement dans le vide ou dans un courant d'hydrogène vers 1200°.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés colloïdales de l'amidon et sur l'existence d'une solution parfaite de cette substance.* Note de M. E. **Fouard**, présentée par M. Roux.

En poursuivant l'étude des pseudo-solutions préparées au moyen d'amidon déminéralisé et hydraté partiellement à une température de 80°, dont j'ai déjà décrit certaines propriétés réversibles ([1]), j'ai examiné les produits de leur filtration à travers une membrane de collodion.

J'ai séparé ainsi du colloïde un liquide différant absolument de son milieu d'origine, présentant la transparence et la fluidité de l'eau pure, constituant *une dissolution parfaite d'amidon* dans l'eau; cette forme nouvelle se distingue essentiellement de tous les amidons dits *solubles* obtenus antérieurement, ceux-ci n'étant en réalité que des structures colloïdales de la même substance.

I. Le caractère de dissolution réelle d'un amidon entièrement soluble résulte des observations suivantes :

D'abord le liquide filtré, limpide, contient une proportion notable d'amidon : il donne, en effet, avec l'iode, la teinte bleue typique; provenant d'une pseudo-solution à 5 pour 100 d'amidon réversible, il contient 2,74 pour 100 d'amidon en dissolution, représentant les $\frac{55}{100}$ de l'amidon total contenu dans le colloïde.

En vérifiant sur ce liquide les propriétés des fausses solutions, la recherche ne conduit qu'à des résultats négatifs :

Ainsi un faisceau lumineux intense qui le traverse ne laisse passer par diffraction, contrairement à l'observation commune des colloïdes, aucune trace de lumière polarisée.

Une conclusion de même sens se dégage de l'action d'un courant électrique, prolongée pendant 4 heures, sur cette dissolution, dans un champ de 22 volts par centimètre : aucun transport matériel, aucun changement visible n'apparaît dans la région des électrodes.

En outre j'ai mesuré, suivant un conseil de M. Étard, pour cette solution et pour d'autres liquides, de même titre en diverses substances dissoutes, les temps d'écoulement du compte-gouttes de Duclaux, en secondes et à la température de 15°; j'ai obtenu des nombres, tels que les suivants, donnant les valeurs relatives de la viscosité de ces divers milieux :

Eau distillée	106^s
Solution de saccharose à 1 pour 100	113
Solution d'amidon filtrée sur collodion, à 1 pour 100	119
Empois d'amidon naturel à 1 pour 100	1320

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 501 et 1366.

La viscosité de la dissolution d'amidon est donc, au même degré qu'une solution de sucre, à peu près identique à celle de l'eau : elle ne ressemble en rien à celle de la pseudo-solution cependant de même titre en amidon naturel.

On peut rapprocher de ces vérifications d'ordre physique le caractère positif que présente la réaction d'iode, établissant en même temps l'authenticité chimique de cet amidon dissous : au lieu de l'aspect commun d'un précipité bleu, il se forme, dans le cas actuel, une solution homogène, d'un bleu pur extrêmement intense, et d'une stabilité parfaite.

Mais une preuve vraiment suggestive de l'extrême dissémination des molécules d'amidon dans sa solution aqueuse parfaite, se dégage de la vitesse considérable avec laquelle s'y accomplit la réaction d'hydrolyse, effectuée dans les conditions usuelles, avec une acidité de 10 pour 100 d'acide chlorhydrique, au bain-marie d'eau bouillante : tandis qu'à concentration égale, s'il s'agit d'amidon naturel, un séjour de 6 heures laisse la transformation inachevée, il suffit, pour la solution vraie d'amidon, d'une durée de 5 minutes pour réaliser la saccharification complète, en passant rapidement par la phase des dextrines, avec rendement égal au nombre théorique de 111 de glucose pour 100 d'amidon.

II. Il faut mettre en regard de ces observations les faits suivants relatifs à l'instabilité de cette solution, lorsque, séparée définitivement de son milieu colloïdal d'origine, on la laisse *vieillir*, immobile.

On voit alors, après quelques jours, apparaître un trouble très ténu, n'intéressant qu'une partie minime de l'amidon en dissolution, et qui se résout lentement, sans aucun accroissement de viscosité du liquide, en un faible dépôt pulvérulent : à l'examen microscopique, celui-ci se montre constitué par des granulations sphériques ou ovoïdes très réfringentes, de 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre moyen, rappelant assez bien certaines formations naturelles du grain d'amidon.

On peut d'ailleurs réaliser abondamment cette transformation granulaire, soit par une congélation, soit par une évaporation, dans le vide sec, de la dissolution neuve : dans le premier cas, après la simple fusion, dans le second, par un léger broyage des lamelles desséchées sous une couche d'eau, on peut observer cette pseudo-formation naturelle de grains d'amidon.

Il faut ajouter qu'un chauffage à l'ébullition fait disparaître totalement ces granules en suspension dans l'eau sans retour certain, cependant, à l'état de solution parfaite.

Rien ne ressemble, dans cette disparition de l'homogénéité d'une dissolution, à ce que nous connaissons de l'évolution d'un colloïde ou d'une fine suspension.

Une démonstration, beaucoup plus délicate que la simple vision d'un changement *in vitro*, de la fragilité de l'édifice moléculaire de cet amidon dissous, se dégage de l'expérience suivante, où une méthode d'investigation, purement physique, accuse une modification interne qu'aucun procédé chimique ne pourrait déceler :

A un certain volume d'une dissolution neuve parfaite d'amidon à $2^{g},346$ pour 100,

dont le pouvoir rotatoire, d'une stabilité résistant à une ébullition prolongée, même sous pression, est de 186°6', j'ajoute le quart de son volume d'eau et je soumets cette solution diluée à l'ébullition, pendant 15 minutes, à volume constant. Aucune transformation visible, en ce qui concerne la limpidité de la solution, aucune modification chimique dans le sens d'une saccharification en sucre réducteur, qui d'ailleurs aurait pour influence certaine un abaissement du pouvoir rotatoire, n'apparaît dans le liquide : cependant, si après refroidissement on mesure à nouveau cette constante physique, on obtient le nombre de 193°36', notablement supérieur au précédent.

En conclusion, si la filtration de l'amidon réversible a permis d'en isoler une portion parfaitement soluble, il faut admettre que ces molécules d'amidon dissoutes existent bien dans le milieu colloïdal lui-même, accompagnées sans doute d'amidon à tous les degrés de condensation moléculaire, l'ensemble constituant un système hétérogène, en état d'équilibre variable avec les différents facteurs d'action. La division produite par la membrane de collodion détruit de part et d'autre cet état d'équilibre : c'est pourquoi nous assistons, du côté de la solution parfaite, à cette régression spéciale, conséquence d'une extrême mobilité de la molécule, de son aptitude à réagir sur elle-même, suivant un mécanisme actuellement inconnu.

CHIMIE PHYSIQUE. — *État, décelé par le pouvoir rotatoire, des camphocarbonates d'amines de la série grasse et de la série aromatique en dissolution.* Note ([1]) de M. J. **Minguin**, présentée par M. Haller.

Camphocarbonates d'amines de la série grasse en dissolution dans l'eau. — A $1^g,96$ d'acide camphocarbonique ($\frac{1}{100}$ de molécule) on ajoute la quantité équimoléculaire de certaines amines de la série grasse; on complète à 25^{cm^3} avec de l'eau et l'on observe la déviation au polarimètre à la température de 12°, sur une longueur de 20^{cm}; puis on augmente les quantités d'amines pour s'assurer, par le changement de pouvoir rotatoire, s'il y a hydrolyse ([2]).

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

Avec propylamine.		Avec butylamine.		Avec diéthylamine.		Avec triéthylamine.	
$0^g,59\left(\frac{M}{100}\right)$.	$\alpha = 14°10'$	$0^g,73\left(\frac{M}{100}\right)$.	$\alpha = 14°16'$	$0^g,73\left(\frac{M}{100}\right)$..	$\alpha = 14°30'$	$1^g,05\left(\frac{M}{100}\right)$.	$\alpha = 14°30'$
10 (excès).	$\alpha = 14.8$	10 (excès).	$\alpha = 14.28$	1,45 (excès).	$\alpha = 14.30$	10 (excès).	$\alpha = 14.30$
				10 (excès).	$\alpha = 14.30$		

([1]) Présentée dans la séance du 3 février 1908.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 243.

Mêmes composés dans l'alcool absolu. — $0^g,653$ d'acide camphocarbonique ($\frac{1}{300}$ de molécule) en dissolution dans l'alcool donnent la déviation $\alpha = 3^\circ 18'$. Ce même poids a été dissous dans l'alcool et additionné d'amines en quantité équimoléculaire et ensuite en excès [1] :

Propylamine.		Butylamine.		Diéthylamine.		Triéthylamine.	
$0^g,197\left(\frac{M}{300}\right)$.	$\alpha = 4^\circ.16'$	$0^g,243\left(\frac{M}{300}\right)$.	$\alpha = 4^\circ.16'$	$0^g,243\left(\frac{M}{300}\right)$.	$\alpha = 4^\circ.18'$	$0^g,35\left(\frac{M}{300}\right)$.	$\alpha = 4^\circ.17'$
0,95 (excès).	$\alpha = 4.\ 6$	1,215 (excès).	$\alpha = 4.\ 7$	1,215 (excès).	$\alpha = 4.29$	1,75 (excès).	$\alpha = 4.28$
		10,935 (excès).	$\alpha = 3.49$	10,935 (excès).	$\alpha = 4.28$	15,75 (excès).	$\alpha = 4.28$

Nous ne pouvons interpréter ces résultats qu'en admettant la non-dissociation des camphocarbonates d'amines grasses, ou une dissociation très faible, puisque, avec un excès d'amines, la déviation est sensiblement la même.

De plus, nous vérifions encore une fois la loi que nous avons énoucée [2] et que Tchugueff avait formulée d'une façon un peu différente avant nous. Dans une même série homologue, active optiquement, la même fraction du poids moléculaire, dans les mêmes conditions, donne la même déviation.

Enfin remarquons qu'un excès d'amines grasses n'influe pas comme dissolvant sur le pouvoir rotatoire.

Nous avons obtenu, à l'état cristallisé, le camphocarbonate de propylamine fondant à 110° en se décomposant, de diéthylamine fondant à 124°, de butylamine fondant à 155°.

Camphocarbonates d'amines aromatiques. — Tableau donnant la déviation au polarimètre de l'acide camphocarbonique et du camphocarbonate d'aniline dans différents dissolvants :

Acide camphocarbonique.	Alcool.	Éther.	Benzine.	Toluène.	Xylène.	Acétone.
$0^g,653\left(\frac{M}{300}\right)$..............	$\alpha = 3^\circ 18'$	$2^\circ 55'$	$1^\circ 44'$	$2^\circ 4'$	$2^\circ 19'$	$3^\circ 1'$
Avec $0^g,31$ d'aniline $\left(\frac{M}{300}\right)$...	$\alpha = 3^\circ 16'$	$2^\circ 55'$	$1^\circ 46'$	$2^\circ 4'$	$2^\circ 19'$	$3^\circ 1'$

avec $0^g,31$ d'aniline $\left(\frac{5M}{300}\right)$ $\alpha = 3^\circ$; avec $13^g,95\left(\frac{45M}{300}\right)$ $\alpha = 1^\circ 47'$, avec $21^g,7$ $\left(\frac{70M}{300}\right)$ $\alpha = 1^\circ 26'$, avec toute aniline $\alpha = 1^\circ 26'$.

---

(1) Ici, comme précédemment, et dans la suite, la dilution est de 25^{cm^3}, la température 12° et l'observation est faite sur 20^{cm} de longueur.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 69.

On peut remarquer que 0g,653 d'acide camphocarbonique, dans les différents dissolvants, donnent la même déviation que ce poids, mis en conflit avec une quantité d'aniline propre à fournir le sel correspondant. Donc dissociation complète; en d'autres termes, le camphocarbonate d'aniline n'existe pas à l'état dissous. On l'obtient à l'état solide et il fond à 65° en se décomposant. Mis en contact avec l'eau, il est hydrolysé et rougit le tournesol.

On peut se demander si le changement observé dans la déviation, quand on ajoute des quantités de plus en plus fortes d'aniline, est dû à la formation de sel d'aniline, d'un pouvoir rotatoire plus petit que celui de l'acide camphocarbonique, ou bien si c'est un effet de milieu.

Nous croyons que les deux phénomènes existent. En effet, à partir de $\left(\frac{70\,M}{300}\right)$ d'aniline, la déviation reste constante, ce qui permet de supposer que le camphocarbonate d'aniline n'est plus dissocié. D'autre part, nous disons que l'influence du dissolvant alcool et aniline y est pour quelque chose.

1g,96 $\left(\frac{M}{100}\right)$ d'acide camphocarbonique, additionnés de 1g,01 de triéthylamine, donnent $\alpha = 12°40'$ dans l'alcool.

L'addition de 2g d'aniline donne $\alpha = 12°45'$; de 5g d'aniline, $\alpha = 11°$; de 10g, $\alpha = 9°30'$; de 15g, $\alpha = 8°$.

L'excès d'aniline change donc la rotation et la rapproche de celle de l'acide camphocarbonique; mais nous ne pouvons pas attribuer ce changement, en nous basant sur la loi des masses, au déplacement de la triéthylamine par l'aniline. Nous n'avons qu'à citer ce résultat :

1g,96 $\left(\frac{M}{100}\right)$ d'acide camphocarbonique sont additionnés de 6g de triéthylamine et de 5g d'aniline.

En dissolution alcoolique $\alpha = 10°50'$. Le camphocarbonate de triéthylamine, en l'absence d'aniline, donne $\alpha = 12°40'$. Nous avons 5g de triéthylamine qui viendraient certainement contrebalancer l'influence des 5g d'aniline, si elle devait agir par déplacement sur la triéthylamine. Donc l'aniline agit bien comme dissolvant sur le pouvoir rotatoire.

Il en est de même du camphocarbonate de butylamine, dont le pouvoir rotatoire est abaissé par addition d'aniline. Les toluidines se conduisent comme l'aniline et rétrogradent la rotation fournie par les sels de triéthylamine et de butylamine.

Enfin, nous avons mis en évidence par la même méthode la dissociation complète, en solution alcoolique, des camphocarbonates d'amines aromatiques, autres que l'aniline, et l'influence comme dissolvant de ces amines.

Nos expériences ont porté sur les monométhylaniline, diméthylaniline,

monoéthylaniline, orthotoluidine, métatoluidine, α-naphtylamine, β-naphtylamine.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les modifications physiques de la gélatine en présence des électrolytes et des non-électrolytes.* Note de M. **J. Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

La détermination et la classification des albuminoïdes sont fondées actuellement sur la considération des propriétés physiques (solubilité, précipitabilité, etc.) que présentent ces substances. Il m'a paru intéressant de reprendre de ce point de vue l'examen de la gélatine qui se rapproche à tant d'égards des principes azotés naturels. On trouvera dans la présente Note les résultats principaux que j'ai obtenus dans l'étude de la solubilité de ce corps.

1° En présence de divers sels neutres, la gélatine se dissout dans l'eau à la température ordinaire ([1]).

Les expériences ont porté sur des gélatines commerciales, dites *pures*. Les cinq échantillons, de provenances différentes, que j'ai examinés, n'ont présenté, au point de vue de la solubilité, que de faibles différences. Pendant les expériences, la température a oscillé autour de 16°.

2° Les divers sels neutres manifestent une puissance de dissolution très différente vis-à-vis de la gélatine. A concentrations égales, les sels de métaux bivalents exercent une action plus énergique que les sels de métaux monovalents; d'autre part, et pour un même métal, les azotates exercent en général une action plus énergique que les chlorures.

J'ai considéré en particulier les azotates et les chlorures de sodium, potassium, ammonium, calcium, magnésium, zinc, cuivre, manganèse.

Voici un exemple : la gélatine (trois fragments rectangulaires, découpés dans une plaque de gélatine, et de poids sensiblement égal à $1^{g},5$ chacune) est plongée dans les mélanges suivants. L'état de la substance est noté au bout de 260 minutes. Les sels

---

([1]) On sait que la gélatine se dissout à la faveur des acides et des alcalis. Sadikoff (*Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XLI, p. 15, et t. XLVI, p. 387) a constaté de plus, à la suite des expériences de Dastre et Floresco, de Pauli et d'autres, que cette substance est soluble dans les solutions *concentrées* de certains sels (solutions à 50 pour 100 ou, si le sel ne comporte pas cette concentration, solutions saturées). Lumière (*Bull. Soc. franç. de Photographie*, 1890, p. 256) a signalé les propriétés solubilisatrices du chlorure de baryum.

sont en solution bimoléculaire (20 juin 1907) :

1.	2^{cm^3} d'eau + 20 gouttes	$Na(NO^3)$.......	dissolution commençante
2.	» »	$K(NO^3)$........	»
3.	» »	$Ca(NO^3)^2$.......	dissolution complète
4.	» »	$Zn(NO^3)^2$.......	»

Il faut ajouter que les sels de calcium exercent, toutes choses égales, une action plus intense que les sels correspondants des autres métaux bivalents. Alors que la dissolution de la gélatine commençait en 4 (expérience précédente), elle était aux trois quarts achevée en 3, au bout de 5 minutes.

3° En présence des électrolytes et notamment de ceux que nous avons indiqués, la gélatine se dissout dans les mélanges de certains non-électrolytes et d'eau, par exemple dans un mélange d'alcool ou d'acétone et d'eau. Toutes choses égales d'ailleurs, ces mélanges sont plus favorables à la dissolution de la gélatine que l'eau pure. L'intervention d'une petite quantité d'eau est, dans tous les cas, indispensable à la dissolution; cette proportion une fois atteinte, la gélatine se dissout d'autant plus rapidement que la teneur du mélange est plus forte en non-électrolyte.

J'ai considéré en particulier les alcools méthylique et éthylique et l'acétone. L'influence de ces diverses substances est sensiblement équivalente.

4° La gélatine dissoute dans l'eau ou dans les mélanges de non-électrolytes et d'eau peut être aisément récupérée. Il suffit à cet effet d'éliminer les sels introduits dans les liqueurs, soit par dialyse, soit par une série de précipitations, à l'aide d'un excès d'alcool ou d'acétone, et de redissolutions dans l'eau. La gélatine obtenue dans ces conditions offre les caractères typiques de ce corps; elle se présente sous forme de gelée à la température ordinaire.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage rapide du bichromate de potassium dans les laits*. Note de M. **Gouère**, présentée par M. A. Ditte.

Il arrive très souvent, dans les expertises de laits, qu'on ait à comparer un lait chromaté à un lait naturel, ou bien à comparer entre eux deux laits additionnés de bichromate dans des proportions différentes.

Il était donc utile de connaître une méthode de dosage à la fois simple et rapide qui permît de déterminer aisément la proportion de cet agent conservateur.

Celle que je propose ici est beaucoup plus simple et tout aussi précise que la méthode officielle; elle consiste à utiliser la réaction suivante qui est d'un usage courant en iodométrie :

1° $$Cr^2O^7K^2 + 6KI + 14HCl = Cr^2Cl^6 + 8KCl + 3H^2O + 6I.$$

2° $$2S^2O^3Na^2 - 5H^2O + I^2 = S^4O^6Na^2 + 2NaI + 5H^2O.$$

D'après ces deux équations, on voit que 294^g de bichromate mettent en liberté six fois 127^g d'iode, et que 248^g d'hyposulfite dissolvent 127^g d'iode pour donner du tétrathionate.

La réaction se *fait à froid :* voici comment on opère :

Les cendres de 10^{cm^3} de lait sont reprises par 20^{cm^3} à 25^{cm^3} d'eau dans une capsule en porcelaine. On y ajoute 3^{cm^3} environ d'une solution à 10 pour 100 d'iodure de potassium et 4^{cm^3} à 5^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur; la liqueur brunit immédiatement par suite de la mise en liberté d'iode; on y verse alors la solution titrée d'hyposulfite, contenue dans une burette graduée, jusqu'à ce qu'on ne perçoive plus que la coloration bleue à peine sensible due au sel de chrome qui s'est formé. La fin de la réaction : décoloration progressive jusqu'à obtention de la teinte bleue exempte de jaune, est suffisamment nette par elle-même, sans qu'il soit nécessaire d'indicateur.

Il est avantageux d'utiliser une solution d'hyposulfite telle que 1^{cm^3} de cette solution représente 1^{mg} de bichromate de potassium.

Cette solution devra par conséquent renfermer $5^g,06$ d'hyposulfite pur et cristallisé par litre.

Le titre de la solution d'hyposulfite se détermine d'ailleurs directement, par rapport au bichromate. Il suffit pour cela de peser 1^g de bichromate de potassium pur et sec, de dissoudre à 500^{cm^3}, d'en prélever 50^{cm^3}, soit $0^g,1$, qu'on place dans une capsule de porcelaine avec 200^{cm^3} à 300^{cm^3} d'eau, 10^{cm^3} d'iodure à 10 pour 100 et 20^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur; on verse alors comme précédemment la liqueur d'hyposulfite jusqu'à ce qu'on ne perçoive plus que la teinte du sel de chrome.

Les quantités de réactif indiquées précédemment sont plus que suffisantes dans la majorité des cas et s'appliqueraient encore à des laits contenant 4^g à 5^g de bichromate par litre.

La présence des sels minéraux contenus dans les cendres du lait ne gêne en rien la réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation du dithymol; action du brome sur le dithymol.* Note de MM. **H. Cousin** et **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

En étudiant l'action des ferments oxydants sur le thymol (voir *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXVI, 1907, p. 487), nous avons constaté

qu'il y avait formation, en même temps que d'autres produits, d'une certaine quantité de dithymol; nous avons donc été amenés à préparer ce composé dans un but d'identification et nous avons remarqué que les procédés proposés jusqu'ici ne donnaient que de très mauvais résultats. Le dithymol $C^{20}H^{26}O^2$, formé aux dépens de 2^{mol} de thymol par perte de 2H, a été découvert par Dianine, en 1882 (*Journ. Soc. chim. russe,* t. XIV, p. 135); ce savant l'obtenait dans l'action oxydante des sels de sesquioxyde de fer sur le thymol : il utilisa d'abord le perchlorure de fer qui lui donna de très mauvais résultats, puis une solution d'alun de fer. En suivant les indications de Dianine, l'obtention du dithymol pur est très pénible; de plus le rendement est extrêmement faible. Plus tard Messinger et Vortmann (*Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXII, p. 2317) isolèrent le dithymol dans les produits de la réduction de l'aristol qu'ils considéraient comme étant un diiododithymol; mais le rendement est encore très faible, car l'aristol, à notre avis, n'est pas constitué exclusivement par du diiododithymol : il doit contenir des produits iodés plus condensés, de sorte que la réduction de l'aristol, comme d'ailleurs nous nous en sommes assurés, ne donne que très peu de dithymol.

Nous proposons la méthode suivante qui nous a donné de meilleurs résultats. 5^g de thymol en dissolution dans 50^{cm^3} d'alcool sont versés dans 10^l d'eau à 50°-60°; on agite pour dissoudre, puis on filtre après refroidissement; à la solution aqueuse de thymol on ajoute 60^{cm^3} d'une solution de perchlorure de fer de densité 1,26. La réaction est terminée au bout de 3 ou 4 jours et il se forme un précipité contenant le dithymol. Il est avantageux, contrairement à ce que faisait Dianine, qui opérait à 90°, de maintenir le liquide à une température voisine de 15°, car le rendement est amélioré; de plus, il se forme moins de produits étrangers, insolubles dans la soude diluée, et provenant d'oxydations plus avancées. Le précipité recueilli est lavé, puis traité par une liqueur alcaline faible (10^{cm^3} de lessive de soude pour 200^{cm^3} d'eau); on filtre et la liqueur alcaline est précipitée par l'acide acétique; le dithymol brut est dissous dans l'alcool et cette solution, maintenue à froid pendant 10 à 12 heures en présence de noir animal, est filtrée, puis additionnée à l'ébullition d'un volume égal d'eau; le dithymol cristallise par le refroidissement; il est purifié par une cristallisation à chaud dans l'alcool à 60°.

Le produit obtenu présente toutes les propriétés indiquées par Dianine : dans l'alcool dilué, il cristallise avec 1^{mol} d'eau ; l'hydrate $C^{20}H^{26}O^2 + H^2O$ fond à 100°-101°; placé longtemps dans le vide ou maintenu dans l'étuve à 100°, il perd H^2O ; le dithymol anhydre fond à 164°-165°. Nous signalerons toutefois que notre dithymol, traité par les solutions alcalines, ne nous a jamais donné de coloration jaune orangé,

contrairement à ce qui est indiqué par Dianine : cet auteur avait probablement entre les mains un dithymol impur. Le rendement par notre procédé est de 25 à 30 pour 100, beaucoup plus élevé que dans les méthodes indiquées ci-dessus ; de plus, les traitements pour arriver à un produit pur sont beaucoup plus simples.

Les seuls dérivés connus du dithymol sont l'éther dibenzoïque (Dianine) et l'éther diacétique (Messinger et Pickersgill) : nous avons obtenu quelques dérivés halogénés nouveaux et nous décrivons aujourd'hui le dithymol dibromé $C^{20}H^{24}Br^2O^2$ et la quinone correspondante $C^{20}H^{22}Br^2O^2$.

1° *Dithymol dibromé.* — A 3g,16 de dithymol hydraté mis en suspension dans 30cm³ de chloroforme on ajoute un peu plus que la quantité théorique de brome (3g,50 au lieu de 3g,20), de façon que la liqueur reste colorée ; après 10 heures de contact on détruit l'excès de brome par l'acide sulfureux, puis le chloroforme est distillé et le résidu cristallisé plusieurs fois dans l'alcool à 90° chaud. Le dithymol dibromé se présente en cristaux prismatiques, légèrement blanc jaunâtre, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool à 90° froid, solubles dans l'alcool chaud, ainsi que dans les autres dissolvants et dans les alcalis. Il fond à 156°-157° (corr.) ; l'analyse lui fait attribuer la formule $C^{20}H^{24}Br^2O^2$. La solution chloroformique traitée par le brome devient rouge et donne la quinone correspondante, sans qu'il soit possible d'isoler des dérivés plus bromés.

Dibromo-dithymoquinone. — A 4g,56 de dithymol dibromé dissous dans 20cm³ de chloroforme on ajoute 1g,80 de brome ; au bout de quelque temps, l'addition d'alcool à 90° donne un précipité rouge qui est recueilli, lavé à l'alcool et desséché. Ce corps se présente en petites aiguilles, rouge grenat foncé, très peu solubles dans l'alcool, l'éther et la benzine, plus solubles dans le chloroforme. Il fond à la température de 134° (corr.) avec décomposition. Ce dérivé possède toutes les propriétés d'une quinone correspondant au dithymol dibromé : en effet il possède une coloration rouge appartenant également à un grand nombre de quinones aromatiques ; il est insoluble dans la soude ; il bleuit énergiquement la teinture de gaïac ; enfin, traité par les réducteurs, poudre de zinc et solution alcoolique d'acide sulfureux, il redonne le dithymol dibromé.

En résumé, dans ce travail nous avons donné un procédé simple et commode de préparation du dithymol et nous avons décrit deux dérivés bromés, le dithymol dibromé et la quinone correspondante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide γ-oxytétrolique.* Note de MM. **Lespieau** et **Viguier**, présentée par M. A. Haller.

M. Jotsitch a montré que les carbures acétyléniques vrais attaquent les combinaisons organomagnésiennes découvertes par M. Grignard en donnant

des composés de la forme $R - C \equiv CMgX$, lesquels peuvent être utilisés pour effectuer diverses synthèses. Nous avons pensé que, malgré la présence d'un oxhydrile, l'alcool propargylique se prêterait au même genre de réaction, pourvu qu'on le mette en présence de 2^{mol} du composé organomagnésien auxiliaire; cette prévision s'est trouvée vérifiée, ce qui nous a permis d'arriver à un acide nouveau répondant à la formule

$$CH^2OH - C \equiv C - CO^2H,$$

ainsi qu'aux produits que donne cet acide en fixant 2^{at} de brome.

Acide γ-oxytétrolique $CH^2OH - C \equiv C - CO^2H$. — C'est un corps blanc, cristallisé, fondant à 115°-116° sans décomposition; il est très soluble dans l'eau, l'alcool, l'acétone, l'acide acétique; moyennement dans l'éther et pour ainsi dire pas dans le benzène froid, le chloroforme ou la ligroïne. (Analyse : C, 47,87; H, 4,28. Cryoscopie, 106.)

Pour préparer ce corps on fait tomber, dans un ballon renfermant 2^{mol} de bromure d'éthylmagnésium, 1^{mol} (20^g) d'alcool propargylique bien exempt d'eau, en évitant un échauffement trop grand.

Quand le dégagement d'éthane a cessé, on envoie dans le ballon de l'anhydride carbonique, qui s'absorbe peu à peu; on termine par addition d'acide chlorhydrique puis extraction à l'éther. Pour purifier le produit brut on le dissout dans le benzène bouillant, il se dépose par refroidissement.

Le corps est bien un acide; il rougit le tournesol et décompose les carbonates; il ne colore pas les solutions étendues de perchlorure de fer, tandis qu'un isomère $C^4H^4O^3$, que Duisberg (*Lieb. Ann.*, t. CCXIII, p. 160) nomme à tort *acide oxytétrolique,* puisqu'il n'y admet pas de triple liaison, colore ces solutions en bleu céleste.

Acide et lactone dibromo-2.3-buténol-4-oïque-1. — L'addition de deux atomes de brome à l'acide oxytétrolique (2^g) dissous dans l'éther, effectuée à $-10°$ et à l'obscurité, nous a donné, après évaporation du solvant dans un courant d'air sec, un résidu cristallin pesant à très peu près le poids voulu, mais fondant mal. Par des cristallisations fractionnées nombreuses, nous avons pu en séparer deux composés définis.

Le plus abondant (un peu plus de 3^g purs) est un acide répondant à la formule $CH^2OH - CBr = CBr - CO^2H$, fondant à 137°-138°. (Analyse : C, 18,18; H, 1,58; Br, 61,9.)

Le moins abondant (un peu plus de $0^g,3$ purs) est une lactone répondant

à la formule $\underbrace{CH^2 - CBr = CBr - CO}_{O}$ et fondant à 91°. (Analyse : C, 19,52; H, 0,95; Br, 67,0.)

Ces deux corps sont solubles dans l'éther, l'alcool; mais, tandis que l'acide est très peu soluble dans le benzène froid, la lactone s'y dissout en grande quantité. On purifie l'acide en le faisant cristalliser dans le chloroforme additionné d'un peu d'éther, la lactone en laissant refroidir sa solution dans la ligroïne bouillante.

Cette lactone n'est point nouvelle : Tœniess (*Berichte d. d. ch. G.*, t. XII, p. 1212), en oxydant l'acide βγ-pyromucique, avait obtenu un corps auquel il attribuait la formule $CHO - CBr = CBr - CHO$; depuis, les travaux de Hill et de ses élèves (*Americ. J.*, t. XVI, p. 203) ont établi que le composé en question n'est pas une dialdéhyde, mais bien une lactone, capable d'ailleurs par oxydation de fournir l'acide mucobromique et répondant à la formule $\underbrace{CH^2 - CBr = CBr - CO}_{O}$. Or le point de fusion et les solvants indiqués par Hill pour ce corps sont les mêmes que ceux appartenant à notre lactone.

Il y a lieu de se demander si cette lactone dérive de l'acide qui l'accompagne dans notre préparation, ou si, tandis qu'elle appartient à la série maléique, l'acide n'appartiendrait pas à la série fumarique. La façon dont cet acide a été obtenu tendrait à faire rejeter cette dernière hypothèse si l'on ne savait avec quelles facilités se produisent des migrations chez les composés maléiques et fumariques; en fait, l'acide maintenu environ 3 heures à la température de 150° nous a donné une petite quantité de lactone (environ le vingtième de son poids); mais cette transformation n'est rien moins qu'aisée; or, habituellement, la transformation d'un acide-alcool lactonisable en anhydride interne est si facile, que l'acide n'est point isolable à l'état de pureté (si l'on en excepte toutefois le cas d'acides-alcools possédant des fonctions multiples); l'acide que nous avons obtenu fond à 137° sans altération; maintenu 2 heures à 150°, il garde son point de fusion; vers 200°, il subit bien une décomposition assez rapide, mais *il perd alors de l'anhydride carbonique,* puis ultérieurement de l'acide bromhydrique (en fournissant un sublimé qui ne paraît pas susceptible de fondre sous la pression atmosphérique); il ne semble pas que ce soient là les caractères d'un acide facilement lactonisable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur une méthode de préparation des aldéhydes cycliques*. Note de M. **Savariau**, présentée par M. A. Haller.

M. Blaise et M. Bagard ayant montré que la décomposition par la chaleur des acides-alcools constitue dans la série acyclique une méthode de préparation des aldéhydes, nous avons songé à appliquer cette réaction à la préparation des aldéhydes cycliques. On pouvait, en effet, penser que la condensation du chloral avec les dérivés organomagnésiens cycliques conduirait à des alcools secondaires trichlorés, transformables en acides-alcools par action des alcalis :

$$C^6H^5-MgBr \rightarrow C^6H^5-CHOH-CCl^3 \rightarrow C^6H^5-CHOH-CO^2H \rightarrow C^6H^5-CHO.$$

L'expérience a montré qu'il en est bien ainsi, mais qu'en outre il n'est pas toujours nécessaire de passer par l'intermédiaire des acides-alcools, les alcools trichlorés pouvant être décomposés directement en aldéhydes et chloroforme par ébullition avec les carbonates alcalins :

$$C^6H^3(CH^3)^2-CHOH-CCl^3 = CHCl^3 + C^6H^3(CH^3)^2-CHO.$$

En raison même de ce dernier fait, la méthode que nous indiquons paraît devoir constituer un procédé commode pour la préparation rapide de petites quantités d'aldéhydes cycliques rares.

Benzaldéhyde. — L'alcool trichloré correspondant $C^6H^5-CHOH-CCl^3$ a déjà été préparé par Jocitsch à l'aide d'une méthode différente. Chauffé à l'ébullition avec une solution saturée de carbonate de potasse, il donne de la benzaldéhyde, du chloroforme et de l'acide phénylglycolique (65 pour 100). L'acide phénylglycolique, décomposé à son tour par action de la chaleur, fournit de la benzaldéhyde avec un rendement de 47 pour 100. Il reste un résidu notable, et qui est constitué par un mélange d'anhydride diphénylmaléique et d'acide phénylacétique. La formation de ce dernier acide est assez curieuse et ne peut s'expliquer que par la réduction de l'acide phénylglycolique. L'agent de réduction serait peut-être l'acide formique qui pourrait se produire par décomposition de l'acide-alcool. Quant à la formation d'anhydride diphénylmaléique, elle est due évidemment à la condensation de 2^{mol} d'acide phénylglycolique avec élimination de 2^{mol} d'eau.

Pensant éviter la formation de produits secondaires, nous avons préparé l'éther acétique de l'acide phénylglycolique et décomposé cet éther par la chaleur. L'éther acétique de l'acide phénylglycolique est solide et fond à 79°, mais sa décomposition ne

fournit pas un rendement en benzaldéhyde notablement supérieur à celui qu'on obtient avec l'acide-alcool.

Aldéhyde xylylique 1.4$(CH^3)^2 - C^6H^3 - CHO$.2. — L'alcool trichloré correspondant se forme avec un rendement de 53 pour 100 quand on condense le dérivé magnésien de bromoparaxylène avec le chloral. C'est un liquide visqueux, légèrement jaune, bouillant à 158° sous 10^{mm}. Au cours de la condensation, une quantité notable de chloral est transformée en alcool trichloréthylique, fait déjà signalé par Jocitsch. L'ébullition prolongée du trichlorométhylxylylcarbinol avec une solution aqueuse de carbonate de potasse donne du chloroforme et de l'aldéhyde xylylique avec un rendement de 52 pour 100. On obtient, en même temps, l'acide-alcool correspondant (23 pour 100). Celui-ci, décomposé par la chaleur, donne à nouveau de l'aldéhyde.

L'aldéhyde xylylique a été déjà préparée par Harding et Cohen (*Am. Soc.*, t. XXIII, p. 594), et Bouveault (*Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 941). Nous en avons préparé les dérivés suivants : semicarbazone, fines aiguilles blanches fondant à 217°; *p*-nitrophénylhydrazone, petits cristaux rouges fondant à 182°; *p*-xylylidène-β-naphtylamine, lamelles nacrées qui fondent à 86°-87°; benzylphénylhydrazone, petites aiguilles légèrement jaunes qui fondent à 103°; acide *p*-xylylidènecyanacétique, cristaux fondant à 174°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcools sur le benzylate de sodium.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. A. Haller.

Dans une série de Notes présentées à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, CXXXII, CXXXVII), j'ai déjà montré que les alcools primaires de la série grasse, chauffés à 220°-230° avec leurs dérivés sodés ou avec les dérivés sodés d'autres alcools, donnent naissance à des alcools plus condensés suivant la réaction

$$C^mH^{2m+1}OH + C^nH^{2n+1}ONa = C^{m+n}H^{2(m+n)+1}OH + NaOH$$

(m pouvant être égal à n).

La soude ainsi formée réagit ensuite sur les alcools présents dans le mélange pour les transformer partiellement en acides correspondants avec dégagement d'hydrogène.

C'est ainsi que l'alcool propylique $CH^3 - CH^2 - CH^2OH$ et son dérivé sodé donnent l'alcool dipropylique

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2OH;$$

que l'alcool éthylique $CH^3 - CH^2OH$ et l'œnanthylalcoolate de sodium

$C^6H^{13} - CH^2ONa$ donnent l'alcool nonylique normal

$$C^6H^{13} - CH^2 - CH^2 - CH^2OH, \text{ etc.}$$

Dans le but d'étendre cette réaction à la série aromatique, j'ai condensé successivement le benzylate de sodium avec les alcools benzylique, éthylique et propylique.

Avec ces deux derniers alcools, la réaction s'effectue comme dans la série grasse et l'on obtient respectivement les alcools benzyléthylique $C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH^2OH$, benzylpropylique $C^6H^5 - CH^2 - C^3H^6OH$ et les acides résultant de l'oxydation de ces alcools.

L'alcool benzylique, au contraire, chauffé à 220°-230° avec son dérivé sodé, donne non pas le phénylbenzylcarbinol $C^6H^5 - CHOH - CH^2 - C^6H^5$, mais du stilbène $C^6H^5 - CH = CH - C^6H^5$, du dibenzyle

$$C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - C^6H^5,$$

du toluène et de l'acide benzoïque. Il est bien probable, cependant, qu'il s'est tout d'abord formé du phénylbenzylcarbinol suivant l'équation

$$C^6H^5 - CH^2 - ONa + HO - CH^2 - C^6H^5 = NaOH + C^6H^5 - CH^2 - CHOH - C^6H^5,$$

et que le stilbène et le dibenzyle sont des produits secondaires issus de cet alcool.

MM. Limpricht et Schwanert (*Liebig's Annalen der Chemie*, t. CLV, p. 62) ont, en effet, montré que cet alcool perd 1^{mol} d'eau en donnant du stilbène, quand on le chauffe à 170° avec la potasse alcoolique.

Il est à supposer que cette même décomposition s'est effectuée en présence du benzylate de sodium, puis qu'une partie de stilbène, d'abord formé, a donné du dibenzyle sous l'action de l'hydrogène naissant. Je me suis, en effet, assuré que le stilbène, chauffé à 220°-230° avec de l'éthylate de sodium, se transforme en dibenzyle.

Quant au toluène, formé dans l'action du benzylate de sodium sur l'alcool benzylique, il provient certainement d'une réaction analogue à celle qui donne ce même carbure quand on chauffe l'alcool benzylique avec la potasse alcoolique (Cannizaro, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. XCII, p. 114) et aussi, peut-être, se forme-t-il par la réduction du dibenzyle par l'hydrogène naissant.

Action de l'alcool benzylique sur son dérivé sodé. — Dans un ballon de cuivre, on chauffe à reflux 200^g d'alcool benzylique avec 14^g de sodium. Le métal se dissout rapidement en formant du benzylate de sodium, tandis qu'il se dégage de l'hydrogène en abondance. Bientôt, ce dégagement se ralentit beaucoup, la dissolution de sodium

est complète. On retourne alors le réfrigérant et l'on règle la chauffe pour maintenir le mélange à 225°. A cette température, le dégagement d'hydrogène continue lentement, indice de la réaction qui s'opère; les vapeurs d'alcool benzylique se condensent dans le col du ballon, tandis qu'un peu de toluène distille. Après 24 heures de chauffe, le dégagement d'hydrogène s'est beaucoup ralenti, on met fin à l'expérience et on laisse refroidir le mélange à l'abri de l'air. On traite la masse par l'eau, on fait passer dans le mélange un courant d'anhydride carbonique pour saturer la soude; on sépare la solution aqueuse de l'huile surnageante et on l'acidule par l'acide sulfurique; elle fournit ainsi 65g d'acide benzoïque. On a recueilli, d'autre part, 15g de toluène distillant de 108° à 115°.

Le composé huileux est desséché sur le carbonate de potasse, puis soumis à la distillation fractionnée sous 15mm de mercure. On recueille les fractions suivantes : de 99° à 110°, 75g formés surtout d'alcool benzylique; de 110° à 170°, 10g; de 170° à 200°, 16g; de 200° à 230°, 2g; au-dessus de 230°, 5g. Les fractions 110°-170° et 170°-200° sont solides. Elles fournissent par essorage un produit incolore qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool. C'est un carbure d'hydrogène présentant la composition du dibenzyle $C^{14}H^{14}$, possédant l'odeur anisée de ce composé et fondant comme lui à 51°-52°.

La fraction 200°-230° et le résidu de la distillation sont liquides; ils laissent bientôt déposer des cristaux qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool. Ils forment alors des paillettes incolores, fusibles à 123°-124°, comme le stilbène $C^{14}H^{12}$, dont ils possèdent d'ailleurs la composition.

Action des alcools éthylique et propylique sur le benzylalcoolate de sodium. — On prépare des tubes renfermant chacun 1g,10 de sodium, environ 8g d'alcool éthylique, 8g d'alcool benzylique et on les scelle à la lampe après dissolution complète du sodium. On les chauffe ensuite à 220°-230° durant 24 heures. On traite ensuite le contenu des tubes comme il a été dit pour le produit de la réaction de l'alcool benzylique sur le benzylalcoolate de sodium, et l'on soumet à la distillation fractionnée le produit huileux obtenu. Le traitement de 104g d'alcool benzylique a donné ainsi, comme fraction principale : 10g de liquide renfermant du toluène et distillant avant 150°, 46g d'alcool benzylique entre 200° et 210°; 12g d'un liquide à odeur de storax, distillant de 232° à 238°; enfin 12g de résidu liquide.

La fraction 232°-238°, rectifiée de nouveau, distille pour la plus grande partie de 235° à 237°. Elle possède le point d'ébullition, l'odeur et la composition de l'alcool phénylpropylique $C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH^2OH$. Oxydé par l'acide chromique en dissolution dans l'acide acétique, ce composé fournit d'ailleurs, comme cet alcool, l'acide hydrocinnamique fusible à 47°-48°.

En faisant réagir sur le benzylalcoolate de sodium l'alcool propylique normal, comme il vient d'être dit pour l'alcool éthylique, j'ai obtenu de même un alcool bouillant à 244°-246° et répondant à la formule $C^{10}H^{14}O$. Sa constitution n'a pas encore été établie par l'expérience; mais, d'après ce que nous savons sur l'enchaînement des molécules dans cette réaction des alcools sur les alcoolates de sodium (*Annales de Chimie et de Physique,*

7^e^ série, t. XXVII, p. 67), il est bien probable que cet alcool a pour formule $C^6H^5 - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2OH$.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Constitution chimique et propriétés biologiques du protoplasma du bacille de Koch.* Note de MM. **Jules Auclair** et **Louis Paris**, présentée par M. Armand Gautier.

On connaît jusqu'ici deux variétés de poisons tuberculeux : des poisons solubles, dont l'effet est surtout général (*tuberculines*); des poisons insolubles lentement et difficilement résorbables, dont l'action se fait principalement sentir au point même où ils ont été déposés (*substances adipocireuses*).

Nous avons isolé et étudié une troisième variété de poisons tuberculeux, dont les effets sont à la fois locaux et généraux; ces poisons représentent la matière protoplasmisque du bacille de Koch.

La séparation de cette protéine est réalisée au moyen d'épuisements fractionnés du bacille de Koch. Il faut avoir soin de ne faire agir sur le bacille, au cours de cette opération, que des réactifs sans action sur l'édifice moléculaire de la protéine étudiée, même après contact prolongé.

Les acides minéraux et les alcalis caustiques doivent être évités; le choix des liquides extracteurs reste limité aux solutions diluées de sels neutres à réaction alcaline, et à l'acide acétique concentré. C'est à ce dernier que nous nous sommes arrêtés, après essai comparatif.

Les bacilles tuberculeux débarrassés de leurs protéines solubles et de leurs substances adipo-cireuses, ne contiennent plus que la substance qui fait l'objet de ce travail, et une petite quantité d'une matière soluble, probablement en se modifiant, dans la potasse caustique étendue; sans doute une nucléine difficilement soluble. Elle est accompagnée d'un peu de cellulose.

La masse bacillaire est chauffée à 80° au bain-marie, avec de l'acide acétique pur et concentré pendant 1 heure; on décante l'acide surnageant qui est devenu visqueux et a pris une teinte jaune. Après avoir répété cette opération jusqu'à épuisement complet, les liqueurs sont réunies et abandonnées au repos. Le liquide ne tarde pas à laisser déposer, par refroidissement, des flocons qui deviennent plus abondants par addition d'eau. On sature avec une solution étendue de soude caustique de façon à conserver une légère acidité. La protéine précipite et se rassemble en flocons épais; après repos, on siphonne avec précaution le liquide et on lave à l'eau chaude jusqu'à disparition de réaction acide. Après lavage à l'alcool à 80°, on recueille le précipité dans un vase contenant de l'alcool à 95°; il blanchit et se rassemble en grumeaux. Au bout de 1 heure, on jette sur un filtre, on lave à l'éther, puis on abandonne à la dessiccation dans le vide.

Cette substance, qui constitue la partie la plus importante du protaplasme du bacille de Koch, présente des propriétés chimiques se confondant avec celles des nucléo-caséines et permettant de la faire rentrer dans cette classe.

Nous l'avons désignée sous le nom de *bacillo-caséine*.

Fraîchement précipitée, la bacillo-caséine est insoluble dans l'eau, soluble dans les acides minéraux concentrés et dans les alcalis caustiques qui en modifient la constitution, et précipitée de ses solutions par les acides dilués. Elle présente une réaction acide et déplace l'acide carbonique des carbonates alcalins; elle est insoluble dans les solutions de sels neutres et soluble dans les solutions de sels neutres à réaction alcaline, tels que le phosphate de soude et le carbonate de potasse; un excès de ce dernier réactif la précipite totalement et définitivement à chaud. Les solutions sont incoagulables à la température d'ébullition.

A l'état sec, la bacillo-caséine est très difficilement soluble dans les réactifs, même dans l'acide acétique concentré.

Nous nous sommes assurés que les caséines ordinaires présentaient les mêmes particularités.

Traitée par le liquide de Ziehl, la coloration de la bacillo-caséine résiste énergiquement à l'action des acides dilués et plus faiblement à celle de l'alcool absolu.

Les bacilles vivants, débarrassés de leurs produits solubles dans l'eau et dans l'eau chlorurée sodique, fournissent avant tout dégraissage, par macération dans les carbonates alcalins étendus, de la bacillo-caséine présentant les mêmes propriétés chimiques et biologiques.

La caséine du bacille de Koch a été expérimentée chez le cobaye et le lapin; les lésions et les effets qu'elle détermine sont les mêmes chez les deux espèces animales, mais le cobaye est manifestement plus sensible à son action.

Pour injecter la bacillo-caséine sèche dans les meilleures conditions de résorption, il faut avoir soin de la diviser aussi finement que possible en la triturant dans l'eau pure stérilisée. On peut encore l'injecter à l'état dissous dans le phosphate trisodique; sous cette forme la réaction locale paraît moins accusée et la résorption plus rapide.

A la dose de quelques dixièmes de milligramme à 1^{mg}, chez le cobaye notamment, ou encore chez le lapin, quand l'injection a été faite sous la peau de l'oreille, elle provoque au point d'insertion une nodosité variant du volume d'une fine tête d'épingle à celui d'une petite lentille. La tumeur ainsi formée est dure, roule sous le doigt et s'accompagne de tuméfaction des ganglions correspondants. Sa durée est plus ou moins éphémère; elle se résorbe toujours entièrement.

Histologiquement, la petite nodosité est essentiellement constituée par un amas de leucocytes où prédominent les lymphocytes. A aucun moment ceux-ci ne subissent la dégénérescence caséeuse. En même temps qu'évolue la lésion locale, on peut observer chez les animaux injectés des symptômes fonctionnels et généraux, dyspnée, amaigrissement, cachexie. Si la mort survient, tous les organes paraissent sains, sauf le poumon et accessoirement le foie. Du côté du poumon, les altérations qui dominent à l'œil nu sont la congestion et l'infiltration grise. A la suite de l'injection de 1mg de bacillo-caséine, cette congestion peut atteindre la plus grande partie de l'organe; elle est parfois si accusée en certains points, qu'elle donne au parenchyme pulmonaire un aspect infarctoïde. Sur le fond congestionné de l'organe se voient des amas grisâtres et semi-transparents dont le volume peut égaler celui d'une lentille. A l'examen histologique, les capillaires distendus comblent la cavité des alvéoles, les cellules embryonnaires infiltrent le parenchyme, et, en quelques points, notamment autour des gros vaisseaux et des bronches, se voient de véritables nodules formés de globules blancs où prédominent les lymphocytes. Congestion et pneumonie interstitielle sont en résumé les lésions que l'on observe. Histologiquement, les nodules pulmonaires sont de tous points identiques aux nodules sous-cutanés déterminés *in situ*, par l'injection de la matière protéique. Aussi est-il légitime de penser qu'ils reconnaissent la même origine.

La fixation élective de la bacillo-caséine sur le poumon, en regard de l'état à peu près normal des autres organes, est à rapprocher de la prédilection qu'affecte le bacille de Koch pour cette portion de l'appareil respiratoire.

Chez les animaux ayant reçu une dose de bacillo-caséine compatible avec la guérison et soumis à de nouvelles injections de la même substance, la réaction locale est toujours d'ordre identique, mais plus rapide et plus intense, et la résorption des nodosités s'effectue dans un temps de plus en plus court. Dans ces conditions, la résistance générale des sujets injectés paraît considérablement augmentée, à tel point que l'organisme semble avoir acquis une véritable immunité vis-à-vis de cette nouvelle substance.

La bacillo-caséine n'élève pas la température des animaux, qu'ils soient sains ou tuberculeux. Elle représente avec les matières adipo-cireuses la totalité des poisons du bacille de Koch générateurs du tubercule; mais, tandis que les premières jouent le rôle principal dans l'évolution des lésions tuberculeuses, l'hépatisation fibrineuse, la caséification et la sclérose, la bacillo-caséine nous paraît surtout la cause de la formation du tubercule à son début.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Tyrosinase et tyrosine racémique*. Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **M. Rosenblatt**, présentée par M. E. Roux.

Les expériences de Pasteur et, depuis, celles de beaucoup d'autres savants ont montré que les cellules vivantes peuvent se comporter d'une manière différente avec les deux composants droit et gauche d'une substance racémique, par exemple, que le *Penicillum glaucum* consomme beaucoup plus vite le sel ammoniacal de l'acide tartrique droit que celui de l'acide tartrique gauche.

D'autre part, les faits découverts dans le domaine de la Chimie biologique confirment chaque jour davantage la supposition que les cellules vivantes agissent sur la matière à l'aide de réactifs particuliers ou diastases. Il fallait donc s'attendre à trouver une relation entre la structure de ces diastases et celle des composés optiquement actifs qu'elles ont pour objet d'attaquer.

A ce point de vue, E. Fischer a fait la première observation importante ([1]). Il a trouvé que les divers glucosides naturels et artificiels du sucre de raisin se laissent partager en deux séries d'après la façon dont ils réagissent avec la maltase et avec l'émulsine. Tous ceux de ces composés qui appartiennent au type de l'α-méthylglucoside sont hydrolysables par la maltase et résistent à l'action de l'émulsine. Tous ceux, au contraire, qui sont construits sur le type du β-méthylglucoside sont hydrolysés par l'émulsine et restent inattaqués quand on les soumet à l'action de la maltase. Il semble que les deux ferments solubles aient une structure asymétrique différente, en rapport avec la structure asymétrique des glucosides α et β qu'ils sont capables d'hydrolyser.

Des faits analogues, mais moins réguliers, ont été signalés aussi par E. Fischer, en collaboration avec Bergell et avec Abderhalden, dans l'hydrolyse des polypeptides par les diastases protéolytiques ([2]).

Il nous a paru intéressant de rechercher dans les réactions oxydasiques s'il existait également une relation entre l'activité du ferment soluble et la structure asymétrique de la substance soumise à la réaction.

Nous avons utilisé pour cela la tyrosine racémique ou *dl*-tyrosine, préparée suivant la méthode d'Erlenmeyer jun. et Halsey ([3]), améliorée

---

([1]) *Zeitsch. f. physiol. Chemie*, t. XXVI, 1898, p. 60.

([2]) E. Fischer et Bergell, *Ber. chem. Ges.*, t. XXXVII, 1904, p. 3103. — E. Fischer et Abderhalden, *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. XLVI, 1905, p. 52.

([3]) *Ann. d. Chem.*, t. CCCVII, 1899, p. 138.

par E. Fischer (1), en réduisant l'acide *p*-oxy-α-benzoylaminocinnamique par l'amalgame de sodium, puis en saponifiant la *dl*-benzoyltyrosine obtenue avec de l'acide chlorhydrique. Sur cette tyrosine de synthèse nous avons fait agir la tyrosinase, principalement sous la forme de macération glycérinée de *Russula Queletii* Fr.

L'expérience montre d'abord que la tyrosine racémique est complètement transformée en mélanine par la tyrosinase (2).

En opérant par tâtonnements, on trouve que 8^{cm^3} à 9^{cm^3} d'une macération préparée avec 1 partie de champignon et 2 parties de glycérine suffisent à oxyder et à précipiter toute la *dl*-tyrosine d'une solution de $0^g,100$ de l'acide aminé dans 50^{cm^3} d'eau (3).

Au cours de cette transformation, il n'y a pas de séparation de la tyrosine droite d'avec la tyrosine gauche. L'oxydation diastasique porte, du commencement à la fin, avec la même intensité, sur les deux antipodes optiques.

Nous l'avons constaté en traitant la tyrosine racémique par une quantité de tyrosinase insuffisante pour tout détruire : la partie échappée à l'oxydation était encore racémique.

Ainsi, après avoir traité 3^g de *dl*-tyrosine par 160^{cm^3} de macération diastasique, de manière à en oxyder environ les $\frac{2}{3}$, nous avons régénéré $0^g,94$ de substance cristallisée qui, dissoute dans l'acide chlorhydrique normal (25^{cm^3}) et observée au polarimètre, sous une épaisseur de 20^{cm}, n'a donné absolument aucune déviation.

On pourrait supposer que l'oxydation simultanée des deux antipodes optiques de la tyrosine est due à la présence, dans l'extrait glycériné de russule, de deux tyrosinases énanthiomorphes en quantités égales. Une telle coïncidence serait curieuse. Mais il n'en est rien : il n'y a, en réalité, qu'une seule espèce de tyrosinase.

On peut le démontrer en faisant agir comparativement un même volume de liquide diastasique : d'une part, sur un excès de tyrosine gauche naturelle; de l'autre, sur un

---

(1) *Ber. chem. Ges.*, t. XXXII, 1900, p. 3638.

(2) Dans un Mémoire de la *Zeitsch. f. physiol. Chemie* qui vient de paraître (t. LIV, 1908, p. 337), Abderhalden et Guggenheim signalent que « la *d*-tyrosine, non encore observée avec certitude dans la nature, est attaquée aussi par la tyrosinase, cependant beaucoup plus tard que la *l*-tyrosine. Il est difficile de décider, ajoutent-ils, si la *d*-tyrosine employée était tout à fait pure et ne contenait véritablement pas de *l*-tyrosine ».

(3) On trouvera le détail des expériences dans le Mémoire qui paraîtra prochainement.

excès de tyrosine racémique, puis, quand l'oxydation est terminée, en pesant les mélanines précipitées. S'il y avait deux sortes de tyrosinase on devrait obtenir, chacune agissant pour son compte, deux fois plus de mélanine avec le composé racémique qu'avec le composé gauche. Or, on en obtient le même poids. Il n'y a donc qu'une seule espèce de ferment soluble agissant aussi bien sur la tyrosine droite que sur la tyrosine gauche.

Ce résultat pouvait d'ailleurs être prévu d'après la façon dont la tyrosinase se comporte vis-à-vis de divers composés voisins de la tyrosine (1). Le ferment soluble oxyde tous ceux de ces composés qui renferment un oxhydryle phénolique, sans que la nature ou même l'absence de la chaîne latérale intervienne dans le phénomène, sinon d'une manière accessoire. Ce n'est donc pas une question relativement minime de symétrie dans la chaîne latérale qui pouvait rendre la tyrosine attaquable ou non par le ferment soluble. Il y a, dans l'action de la tyrosinase sur la tyrosine, non pas une relation stéréochimique, mais une relation fonctionnelle.

Cette conclusion ne saurait être opposée à celle que E. Fischer a tirée logiquement de ses recherches sur l'hydrolyse diastasique des glucosides et des polypeptides : elle se rapporte, en effet, à un type de réactions tout à fait différent.

D'un autre côté, il ne faudrait pas croire non plus que la différence des réactions diastasiques entre seule en ligne de compte. Les glucosides dérivés du nitrile phénylglycolique droit sont hydrolysés par l'émulsine des amandes aussi bien que les glucosides dérivés du nitrile phénylglycolique gauche. A moins d'admettre la production de deux diastases énanthiomorphes par les amandes, on doit voir là un exemple de réactions hydrolysantes où, comme dans le cas de la tyrosinase et de la tyrosine, la relation entre le ferment soluble et les substances attaquées est d'ordre fonctionnel plutôt que stéréochimique.

La spécificité des diastases reconnaît des degrés et dépend sans doute de causes très différentes.

---

(1) Gab. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 1352. — Voir aussi : R. Chodat, *Arch. Sc. phys. et nat.*, t. XXIV, 1907, p. 172, et Abderhalden et Guggenheim, *Zeitsch. physiol. f. Chem.*, t. LIV, 1908, p. 331.

CRYPTOGAMIE. — *Le genre* Seuratia *et ses connexions avec les* Capnodium. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

Le genre *Seuratia* Patouillard fut créé en 1904 [1] pour un Ascomycète rencontré dans les taches de fumagine des feuilles de Caféier rapportées des îles Gambier par M. L. Seurat. Ce genre est classé dans la famille des *Capnodiacées*, bien que l'espèce type, *Seuratia coffeicola*, s'éloigne des autres représentants du groupe par ses ascospores régulièrement bicellulaires, par la consistance gélatineuse des périthèces qui s'ouvrent par des fissures irrégulières, par la trame singulière des périthèces, formée d'articles reliés par des isthmes allongés, sauf à la surface où les articles deviennent serrés et de couleur sombre.

La publication de M. Patouillard m'a fourni l'occasion de donner [2] la description d'une seconde espèce du même genre, le *Seuratia pinicola*, que j'avais découverte en 1888 sur l'écorce du Pin d'Alep. Malgré des airs de famille avec les *Capnodium* ou plutôt avec les *Dimerosporium*, le genre *Seuratia* a des affinités plus manifestes avec les Célidiacées, généralement rapprochées des Pézizinées. Mais l'ensemble de sa constitution justifie la création d'une famille que nous avons nommée Seuratiacées.

Le *Seuratia coffeicola* Pat. vient d'être revu à Java, au Jardin d'essai de Tjikeumeuh, car il est impossible de méconnaître ses caractères dans une partie de la description et des figures publiées par M. Ch. Bernard sous le nom de *Capnodium javanicum* Zimmermann. Je dis dans une partie seulement, car les trois dernières figures concernent le *Seuratia*, les précédentes se rapportant au *Capnodium* sous forme de périthèces, de pycnides, de propagules (*Triposporium*).

Les genres *Seuratia* et *Capnodium* ont donc d'autres rapports que la parenté soupçonnée par M. Patouillard. L'espèce type de *Seuratia* se trouve

---

(1) Patouillard, *Description de quelques Champignons nouveaux des îles Gambier* (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XX, 1904, p. 136-137).

(2) Vuillemin, *Seuratia pinicola* sp. nov., type d'une nouvelle famille d'Ascomycètes (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XXI, 1905, p. 74-80, *Pl. IV*).

mélangée à un *Capnodium* dans l'observation de M. Bernard [1] et il ne nous semble pas improbable qu'un pareil mélange se soit trouvé réalisé dans le cas de M. Patouillard ou même qu'il soit habituel.

M. Bernard s'est arrêté longuement à la supposition énoncée par divers auteurs, que les *Capnodium* pourraient être constitués par un complexe d'organismes enchevêtrés, et il a été bien près de la résoudre par l'affirmative à propos du *Capnodium stellatum* n. sp. de la fumagine des *Citrus*. Toutes ses hésitations se seraient évanouies s'il avait eu connaissance du genre *Seuratia*, dont il a retrouvé et parfaitement décrit les organes caractéristiques, mélangés aux organes non moins typiques de son *Capnodium*. Les asques, seuls, ont été observés dans de mauvaises conditions. Le nombre variable des spores, provenant de la dissociation des deux cellules et peut-être du bourgeonnement précoce que j'ai décrit chez le *Seuratia pinicola*, l'amène à se demander si les asques qui appartiennent en réalité au *Seuratia* ne seraient pas des organes plutôt caractérisés comme sporanges, et coexistant avec les périthèces à ascospores brunes, cloisonnées en long et en large, qui caractérisent le *Capnodium*.

Il n'est pas douteux que les élégantes étoiles étalées horizontalement sur le limbe des *Citrus* résultent de l'enchevêtrement de deux espèces : 1° le *Capnodium stellatum* auquel appartiennent les périthèces à ascospores brunes, muriformes, les pycnides en forme de bouteilles, les propagules de la forme *Triposporium* et le mycélium fuligineux, filamenteux ou fragmenté; 2° une espèce de *Seuratia*, probablement nouvelle, mais qui ne saurait être nettement définie et opposée au *Seuratia coffeicola*, tant que nous n'aurons pas de documents précis sur la forme des asques et sur les dimensions des spores. Au *Seuratia* il faut restituer les périthèces contenant les ascospores hyalines didymes, les prétendues pycnides étoilées contenant des levures hyalines et les éléments fort bien figurés sous le titre d'*hypostroma hyalin*.

Il est donc certain que plusieurs espèces de Champignons se trouvent mélangées dans les touffes irrégulières de certains *Capnodium*. Des thalles et des fructifications de *Seuratia* sont mélangés, notamment au *Capnodium javanicum* Zimm. et au *Capnodium stellatum* Bern. Le consortium entre deux ascomycètes entraîne des conséquences morphologiques comparables à celles de l'association algo-lichénique.

---

(1) Ch. Bernard, *Sur la fumagine de divers végétaux* (*Bulletin du Départ. de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises* (n° XI, 1907, p. 1-23, *Pl. I-XI*).

BOTANIQUE. — *Sur la respiration intramoléculaire des organes végétatifs aériens des plantes vasculaires.* Note de M. G. Nicolas, présentée par M. G. Bonnier.

Les recherches [1] que j'ai effectuées sur la respiration normale des organes végétatifs aériens des plantes vasculaires ont montré que chacun d'eux possédait son intensité et son quotient respiratoire propres, et que le limbe se distinguait, en particulier par la supériorité de son énergie respiratoire et la valeur moindre du rapport $\frac{CO^2}{O}$. Il m'a paru intéressant, dans le but de compléter ces connaissances, de faire une étude *comparative* analogue sur la respiration intramoléculaire de ces mêmes organes. D'ailleurs, l'étude de cette question n'a fait jusqu'ici l'objet d'aucune recherche particulière. Les travaux des auteurs qui se sont occupés de la respiration intramoléculaire ont porté en effet soit sur des germinations, soit sur des pétales, des rameaux feuillés et même sur des cotylédons et des fruits. Les principales conclusions en sont : que le rapport $\frac{I}{N}$ est généralement plus petit que 1, d'après Wilson [2], Moller [3], Amm [4], sauf dans quelques cas très rares, où il se rapproche de 1, comme l'indique Stich [5], est égal à 1, selon Wortmann [6], et même supérieur à l'unité, d'après Diakonow [7].

J'ai employé la méthode de l'atmosphère confinée. Les différents organes sur lesquels j'ai expérimenté étaient prélevés à la base de la partie aérienne de la plante, et, autant que possible, sur le même individu, puis répartis en plusieurs lots, suivant leur nature morphologique (limbes, tiges, pétioles); ces lots étaient pesés et introduits dans des éprouvettes, jaugées au préalable jusqu'à un certain niveau. Ces éprouvettes étaient ensuite fermées par un bouchon, laissant passer deux tubes de verre coudés, auxquels étaient adaptés des tubes de caoutchouc, permettant de réunir les éprouvettes entre

(1) *Comptes rendus,* mai 1907.
(2) *Flora,* 1881, p. 93.
(3) *Berichte d. d. bot. Ges.,* 1884, Bd. II, p. 306.
(4) *Jahrb. f. Wiss. bot.,* 1893, Bd. XXV, p. 1.
(5) *Flora,* 1891, p. 22.
(6) *Bot. Inst. Würzburg,* Bd. II, p. 500.
(7) *Berichte d. d. bot. Ges.,* 1886, Bd. IV, p. 411.

elles en série, et de les faire traverser simultanément par un fort courant d'hydrogène. Au bout d'un quart d'heure, l'air était complètement expulsé des éprouvettes et remplacé par de l'hydrogène pur. Je transportais alors chacune d'elles sur la cuve à mercure, en suivant un certain ordre et à des intervalles de temps déterminés (de 4 en 4 minutes), et, après les avoir débouchées, je ramenais à un volume connu le volume de leur atmosphère, à l'aide d'un appareil à prises de gaz, préalablement rempli d'hydrogène; puis je les plaçais à l'obscurité pendant 4 à 5 heures. Pour me permettre de comparer l'intensité de la respiration intramoléculaire I à celle de la respiration normale N, je disposais, pendant le même temps, également à l'obscurité, de 2 en 2 minutes, d'autres éprouvettes, renfermant un poids connu d'organes très comparables aux précédents. A la fin de l'expérience, je prélevais, dans chacune des deux séries d'éprouvettes, en suivant l'ordre dans lequel les échantillons avaient été introduits à leur intérieur, et aux mêmes intervalles de temps, une certaine quantité de gaz, que j'analysais avec l'appareil de Bonnier et Mangin. Mes expériences ont été faites dans une atmosphère saturée d'humidité, et à la température du laboratoire. Elles ont porté sur les espèces suivantes : *Erodium moschatum, Bryonia dioica, Smyrnium olusatrum, Potentilla reptans, Psoralea bituminosa, Clematis cirrhosa, Sambucus nigra, Vicia Faba, Lavatera olbia, Fumaria capreolata, Rubia peregrina, Rumex lunaria.* L'intensité respiratoire a été évaluée par l'acide carbonique dégagé par 1g de poids frais en 1 heure.

Voici les résultats obtenus pour I et $\frac{I}{N}$:

a. I. — D'une manière générale, pour les organes étudiés (limbe, tige, pétiole), I présente des valeurs assez voisines. Ainsi, dans le *Bryonia dioica* et le *Vicia Faba,* ces valeurs sont respectivement égales, pour le limbe, la tige et le pétiole, dans la première espèce, à 0,050, 0,057 et 0,048, dans la deuxième, à 0,051, 0,056 et 0,043. Quelquefois les valeurs de I sont un peu différentes, comme dans le *Rubia peregrina,* où, pour le limbe et la tige, elles sont égales à 0,088 et 0,060, et dans le *Rumex lunaria,* où, pour le limbe, la tige et le pétiole, elles sont égales à 0,039, 0,081 et 0,106. Des différences sensibles entre les valeurs de I chez ces trois organes n'ont été observées que dans quatre espèces. Le limbe ne présente pas une énergie respiratoire intramoléculaire toujours supérieure à celles de la tige et du pétiole, comme je l'ai constaté pour la respiration normale; cette énergie, souvent très voisine de celle des autres organes, peut lui être supérieure et même inférieure.

b. $\frac{I}{N}$. — D'une manière *absolument générale,* parmi les organes végétatifs (limbe, tige, pétiole) des plantes supérieures, le limbe est celui pour

lequel $\frac{I}{N}$ présente la valeur la moins élevée. De plus, le rapport $\frac{I}{N}$, presque égal et quelquefois supérieur à l'unité pour la tige et le pétiole, est *toujours* inférieur à l'unité pour le limbe. Ainsi, dans le *Psoralea bituminosa*, $\frac{I}{N}$ est égal, pour le limbe, la tige et le pétiole, à 0,60, 0,98 et 1,15; dans le *Rumex lunaria*, à 0,28, 0,80 et 1,23; dans le *Vicia Faba*, à 0,45, 0,90 et 1,06; enfin dans le *Rubia peregrina*, pour le limbe et la tige, $\frac{I}{N}$ est égal à 0,70 et 0,94.

En résumé, voici les principales conclusions qu'on peut tirer de cette étude :

1° *L'intensité de la respiration intramoléculaire présente, le plus souvent, des valeurs très voisines pour le limbe, la tige et le pétiole.*

2° *Cette intensité est, pour le limbe, toujours sensiblement plus faible que celle de la respiration normale; assez fréquemment, elle s'en rapproche et quelquefois même lui est supérieure pour la tige et pour le pétiole.*

3° *Le limbe est, de ces organes, celui pour lequel $\frac{I}{N}$ présente la valeur la moins élevée.*

En rapprochant ces résultats de ceux que j'ai obtenus pour la respiration normale, à savoir que le limbe est, des organes végétatifs aériens, celui qui possède l'intensité respiratoire la plus forte et le quotient respiratoire le moins élevé, on peut conclure que cet organe présente une physiologie respiratoire tout à fait spéciale, en rapport sans doute avec le rôle important qu'il remplit dans la nutrition de la plante. Si l'on admet, avec certains auteurs (¹), qu'une partie de l'acide carbonique dégagé pendant la respiration normale provient de la respiration intramoléculaire, la valeur moindre du rapport $\frac{I}{N}$ dans le limbe autorise à penser que, dans cet organe, la fermentation intramoléculaire ne joue qu'un rôle relativement faible pendant la respiration normale. Au point de vue respiratoire, le limbe se distinguerait donc des autres organes végétatifs aériens par la faiblesse de la fermentation intramoléculaire, et par l'intensité des oxydations dont il est le siège, intensité qui se traduit par la grande absorption d'oxygène et la valeur moins élevée du rapport $\frac{CO^2}{O}$ que j'ai déjà signalées.

(¹) PALLADINE, *Berichte d. d. bot. Ges.*, 1905, p. 240.

BACTÉRIOLOGIE. — *Multiplication* in vitro *du* Treponema pallidum *Schaudinn*. Note de M. C. **Lebailly**, présentée par M. Yves Delage.

Levaditi et Mc Intosh [1] ont obtenu une culture d'un Spirochète, qui est selon toute vraisemblance le *Treponema pallidum*, en plaçant dans le péritoine d'un *Macacus cynomolgus* des sacs de collodion renfermant du sérum sanguin humain préalablement chauffé à 60° et ensemencé avec le produit de raclage d'un chancre syphilitique dont un *Macacus rhesus* était porteur. Mais, toutes les tentatives faites par différents auteurs pour obtenir une multiplication *in vitro* du *Treponema pallidum* sont restées infructueuses.

J'ai eu l'occasion d'examiner un fœtus hérédo-syphilitique macéré, expulsé à 7 mois. La mère atteinte depuis 5 ans de syphilis avait fait précédemment trois fausses couches de 6 à 8 mois. L'histoire clinique de ce cas présentait cette particularité que la date de la mort du fœtus coïncidait avec celle d'une hémorrhagie grave due à un placenta prœvia, et il est permis de supposer qu'il y avait une relation étroite entre ces deux faits.

L'accouchement n'avait eu lieu que 10 jours plus tard; l'œuf profondément macéré n'avait pas subi d'infection. L'examen des organes montra en particulier dans le foie et la rate un nombre extrêmement considérable de Tréponèmes. Ces Spirochètes, se trouvant dans des conditions de milieu et de température favorables, semblaient s'être abondamment multipliés dans l'intervalle de temps compris entre la date de la mort et celle de l'expulsion.

Je me suis proposé de vérifier le fait expérimentalement. Un fœtus [2], recueilli dans des conditions particulièrement favorables me fut remis le 3 décembre. La mère avait contracté la syphilis en 1904 et fait une fausse couche de 7 mois en 1905. Le fœtus actuel provenait d'une fausse couche de 6 mois et demi; l'œuf n'était pas infecté, l'enfant n'avait subi qu'un début de macération.

A l'aide du couteau du thermocautère, la paroi abdominale fut incisée et des tranches de différents organes furent découpées et recueillies aseptiquement dans des tubes

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 26 octobre 1907.

(2) Ce fœtus ainsi que le précédent ont été obligeamment mis à ma disposition par le service gynécologique de l'Hôtel-Dieu de Caen.

de Roux stérilisés et bouchés à l'ouate et au caoutchouc. Les fragments prélevés provenaient du foie, de la rate, du cœur et du muscle grand pectoral. Les tubes furent placés à l'étuve à 37°.

Au même moment un cobaye fut sacrifié et des fragments d'organes, foie, rate, cœur et muscle furent prélevés de la même façon et conservés dans des tubes stérilisés, certains de ces fragments étant ensemencés avec de la pulpe de foie et de rate du fœtus. Le tout fut placé à l'étuve à 37°, et divers milieux usités en bactériologie furent également ensemencés en même temps.

Je dois dire dès maintenant que tous les milieux de culture et les fragments d'organes du cobaye restèrent stériles à l'exception du foie qui se putréfia dès le lendemain dans tous les tubes qui en renfermaient. Dans aucun cas l'examen de ces divers milieux, pratiqué à des dates différentes, ne révéla la présence de Spirochètes.

La recherche des Tréponèmes, dans les organes du fœtus fixés au moment de l'autopsie et colorés par la méthode de Levaditi fut négative pour le cœur et le grand pectoral. Le foie en renfermait un nombre assez considérable, la rate en contenait très peu, et dans certains fragments de cet organe il fut impossible d'en mettre en évidence.

Les fragments d'organes conservés à l'étuve, et qui presque tous n'avaient pas subi de contamination accidentelle, furent examinés 15 jours et 45 jours après le début de l'expérience. A aucune de ces époques il ne fut possible de déceler la présence de Spirochètes dans les fragments du cœur et du grand pectoral. Par contre, le foie et la rate renfermaient après 15 jours de passage à l'étuve un nombre extrêmement considérable de Tréponèmes. L'examen de la rate était particulièrement démonstratif étant donnée la pauvreté de cet organe en Tréponèmes au moment de l'autopsie.

Levaditi a constaté que pendant la vie la rate se défend énergiquement et possède un pouvoir phagocytaire marqué vis-à-vis du *Treponema pallidum;* notre expérience montre qu'elle devient au contraire après la mort un milieu de culture des plus favorables. Dans les tissus où ils s'étaient multipliés à l'étuve, les Tréponèmes étaient disposés en amas compacts renfermant un nombre extrêmement considérable d'individus, et donnant l'impression d'une véritable culture dont les colonies étaient séparées par des îlots de tissu indemne. Ces Tréponèmes se distinguaient par la netteté et le grand nombre de leurs tours de spire : leur affinité pour les matières colorantes contrastant avec l'altération profonde des tissus déjà remarquée par Levaditi [1] dans les organes des fœtus macérés. Après 45 jours de culture le nombre des parasites ne semble pas avoir augmenté sensiblement, mais beaucoup d'entre eux ont subi de profondes modifications; ils sont devenus granuleux, variqueux et fragmentés en tronçons composés seulement d'un petit nombre de tours de spire.

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur,* 1906.

Il ressort de cette observation que le *Treponema pallidum* peut se multiplier en dehors de l'organisme vivant, et, dans des conditions favorables, sa vitalité peut être conservée pendant plusieurs jours.

On pourra utiliser cette propriété des Spirochètes de se multiplier *in vitro* dans le foie et la rate, et probablement dans d'autres organes, pour tenter de les acclimater sur d'autres milieux dont on sera plus maître de régler la composition. Il serait aussi intéressant (et j'ai mis en marche plusieurs expériences de ce genre) de rechercher si les Tréponèmes peuvent se multiplier *in vitro* dans le sang des malades atteints de syphilis en pleine évolution et n'ayant pas encore suivi de traitement.

M. E. **Ducretet** adresse une réclamation relative à la Note de MM. Louis Clerc et Adolphe Minet : *Sur un nouveau four électrique à arc, applicable aux recherches de laboratoire.*

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 FÉVRIER 1908.

Institut de France. Académie des Sciences morales et politiques. *Notices biographiques et bibliographiques*, 1906-1907 : *Membres titulaires et libres, Associés étrangers*. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-8°.

L'alimentation chez l'homme sain ou malade, par ARMAND GAUTIER, Membre de l'Institut, 3e édition, revue et augmentée. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La dynamique des phénomènes de la vie, par J. LOEB, traduit de l'allemand par MM. H. DAUDIN et G. SCHÆFFER; édition française avec additions de l'auteur. Préface de M. A. GIARD, Membre de l'Institut. Paris, Félix Alcan, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Giard.)

Association géodésique internationale. *Rapport général sur les nivellements de précision, exécutés dans les cinq parties du monde. Rapport sur les travaux du nivellement général de la France de* 1904 *à* 1906 *inclus. Rapport sur la mesure des mouvements du sol dans les régions sismiques, au moyen de nivellements répétés à de longs intervalles,* par M. CH. LALLEMAND. (Extr. des *Comptes rendus des séances* de la Conférence générale de l'Association géodésique internationale, tenue à Budapest en septembre 1906.) Leyde, E.-J. Brill, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les fours électriques et leurs applications, par AD. MINET; 2e édition, entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Géométrie descriptive et Géométrie cotée, par ERNEST LEBON. Paris, Delalain frères, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Pour la recherche rapide des facteurs premiers des grands nombres, par ERNEST LEBON. (Extr. des *Comptes rendus* de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Reims, 1907.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Der Fasan in Bayern, ein historische und zoologische Darstellung, von FRANZ GRAF VON POCCI. Munich, Emil Hirsch, 1906; 1 vol. in-8°, exemplaire numéroté 4. (Hommage de l'auteur.)

Los progresos de la sismolojia moderna, por el Conde DE MONTESSUS DE BALLORE. Santiago du Chili, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Efectos del terremoto del 18 *abril* 1906, *sobre las Canerias de agua i les acequias de la ciudad de San Francisco* (*California*), por el Conde DE MONTESSUS DE BALLORE. Santiago du Chili, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 13 janvier 1908.)

Note de MM. *F.-X. Lesbre* et *F. Maignon*, Sur l'innervation des muscles sterno-mastoïdien, cléido-mastoïdien et trapèze :

Page 85, ligne 28, *au lieu de* donnant naissance aux muscles, *lisez* donnant aux muscles.

(Séance du 27 janvier 1908.)

Note de MM. *Édouard Chatton* et *François Picard*, Sur une Laboulbéniacée, etc. :

Page 201, première ligne du titre, *au lieu de* Laboulbénaciée, *lisez* Laboulbéniacée.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés de l'amidon pur.* Note de M. L. Maquenne.

Dans une Note présentée à l'Académie dans sa dernière séance, M. Fouard annonce avoir isolé une *nouvelle* forme de l'amidon, *qui se distingue des amidons dits solubles obtenus antérieurement* par l'absence de toute structure colloïdale et dont les solutions déposent avec le temps une substance grenue, dont l'aspect microscopique rappelle *certaines formations naturelles du grain d'amidon*.

Je ferai remarquer, à ce sujet, que la matière décrite dans cette Note se confond identiquement avec celle que nous avons extraite de l'empois vieilli (*rétrogradé*), M. Roux et moi, et à laquelle nous avons donné le nom d'*amylose* (¹).

Toutes les personnes qui, en effet, sont au courant de nos travaux, ou ont eu entre les mains de l'amylose pure, préparée par notre méthode, savent que cette substance, rigoureusement exempte de matières minérales, donne avec l'eau des solutions absolument limpides, non coagulables par les électrolytes, constituant par conséquent un *liquide parfait,* qui passe à travers tous les filtres usuels, y compris la bougie Chamberland (le collodion n'avait pas été essayé), aussi vite qu'une solution saline et sans le moindre changement de titre.

Ce sont ces caractères, sur lesquels nous n'avons pas cru devoir insister, parce que l'expression *solution parfaite* se définit d'elle-même et que d'autre

(¹) *Ann. de Phys. et de Chim.*, 8e série, t. IX, 1906.

part ils semblent tout naturels, conformes notamment à l'analogie bien connue de l'amidon avec l'inuline, qui nous ont conduits à énoncer cette conclusion importante de nos Mémoires : *L'empois d'amidon est constitué par une solution parfaite d'amylose, épaissie par de l'amylopectine.*

Sur ce point je suis heureux d'être d'accord avec M. Fouard, dont les recherches, à part l'isolement de l'amylopectine, viennent ainsi vérifier complètement les nôtres. J'ajouterai cependant que *l'ensemble constituant un système hétérogène* dont parle M. Fouard doit être, en partie au moins, envisagé comme une solution solide, car, même à l'état sec, ce système se colore en bleu par l'iode, propriété spéciale à l'amylose dissoute et qui lui manque absolument quand on l'a amenée à l'état solide parfait; c'est même là l'un des meilleurs exemples que l'on puisse citer pour faire voir que certains corps (l'amylose) peuvent conserver dans un milieu solide (le grain d'amidon ou l'empois desséché) les caractères qu'ils possèdent à l'état dissous.

Quant au trouble et à la précipitation (*amidon artificiel*) que M. Fouard a vus se produire dans ses solutions, ils ont uniquement pour cause le changement d'état que nous avons observé depuis longtemps et désigné sous le nom, aujourd'hui classique, de *rétrogradation*. Ce changement est dû, comme nous l'avons déjà dit maintes fois, soit à une pseudocristallisation, soit à une polymérisation semblable à celle qui s'observe chez certains sucres, comme la dioxyacétone ou même le vulgaire formol : il n'est donc pas aussi mystérieux que le pense M. Fouard et surtout pas nouveau.

Le fait intéressant, rapporté par cet auteur, que le pouvoir rotatoire de l'amylose dissoute varie avec la dilution, semblerait devoir faire préférer notre dernière hypothèse à l'autre.

Le phénomène est d'ailleurs réversible, car le précipité qui se forme ainsi est toujours *parfaitement* soluble dans l'eau sous pression.

La rapidité extrême de l'hydrolyse de l'amylose dissoute a déjà été établie par nous au moyen de l'amylase; enfin, en ce qui concerne la limpidité apparente des solutions d'iodure d'amidon, tout le monde sait qu'elle s'observe avec la plupart des amidons solubles, débarrassés par dialyse de leurs principes minéraux; pourtant, en général, ces solutions ne filtrent pas à travers la bougie, la moindre trace d'électrolyte suffisant à leur faire prendre l'état colloïdal et même à les coaguler.

En résumé, les recherches de M. Fouard ne font que confirmer d'une manière heureuse les résultats obtenus antérieurement par nous et que j'enseigne publiquement depuis déjà deux ans; nous avons le ferme espoir qu'elles contribueront à les faire connaître davantage encore.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Solutions isotoniques et solutions isosmotiques.* Note de M. YVES DELAGE.

Je reçois, à l'instant, de Berkeley, un petit Mémoire de M. J. Loeb [1], qui apporte une explication de la contradiction que j'ai signalée, par ma Note de la semaine dernière, dans les arguments présentés par ce savant dans sa Note de la semaine précédente.

M. Loeb admettait que ma solution sucrée à $1,135n$ [2] pouvait être isotonique à l'eau de mer, mais déclarait qu'elle était néanmoins hypertonique par rapport aux œufs, bien que ceux-ci fussent isotoniques à l'eau de mer. Il y avait là une contradiction évidente. M. Loeb la fait disparaître en établissant une distinction entre propriété isotonique et propriété isosmotique. Voici comment il conçoit le phénomène : Quand on place les œufs dans la solution sucrée, il ne s'établit d'abord aucun passage d'eau à travers la membrane de l'œuf, en raison de l'égalité des pressions osmotiques de part et d'autre de cette membrane. Mais les substances dissoutes, électrolytes contenus dans l'œuf d'une part, sucre de la solution d'autre part, passent par osmose à travers la membrane. Or, le sucre passerait moins vite que les électrolytes de l'œuf, en sorte que celui-ci s'appauvrirait en substances dissoutes; par suite, la pression osmotique diminuerait à son intérieur, la solution extérieure deviendrait hypertonique par rapport à lui et le déshydraterait.

Je n'élève point d'objections contre cette interprétation des phénomènes, me bornant à faire remarquer que M. Loeb ne fournit pas la preuve de cette différence dans les vitesses de passage du sucre et des électrolytes de l'œuf à travers la membrane de celui-ci. Mais les choses seraient-elles conformes à ce qu'avance M. Loeb, que cela ne changerait rien à mes conclusions, en ce qui concerne l'inutilité de l'hypertonie du véhicule dans la parthénogenèse expérimentale.

Ce n'est pas, en effet, seulement avec du sucre que je constitue mes solutions isotoniques. Le sucre fait partie d'un procédé de choix, mais j'ai

---

(1) *A new proof of the permeability of cells for salts or ions* (*Univ. of California Publications : Physiology*, t. III, n° 11, p. 81-86, 22 janvier 1908).

(2) Dans ma Note précédente (*Comptes rendus* de la semaine dernière, p. 262) s'est glissée une erreur typographique : *au lieu de* $\frac{1,85}{2,10} = 1,135$, *lisez* $\frac{2,10}{1,85} = 1,135$.

obtenu des résultats à peu près aussi beaux avec des véhicules purement électrolytiques, sans sucre, en particulier avec des solutions pures de NaCl. Or, M. Loeb reconnaît explicitement (p. 85) que, avec un sel de l'eau de mer, tel que NaCl, cette différence dans les vitesses de passage n'existe plus, parce que les électrolytes de l'œuf sont alors de même nature que ceux de la solution ambiante.

Mes expériences avec la solution isotonique de NaCl ont été très nombreuses parce que c'est la première méthode qui m'ait réussi. Je n'ai employé que plus tard les solutions sucrées et, pendant 2 mois, j'ai fait chaque matin une expérience avec la solution isotonique de NaCl, qui me servait de terme de comparaison pour les autres véhicules que j'expérimentais successivement. Or, pendant tout ce temps, cette solution m'a fourni de très belles éclosions.

Bien plus, j'ai obtenu des larves dans une solution hypotonique composée de 90 parties de solution isotonique de NaCl et de 10 parties d'eau distillée, et même avec 85 parties de la première et 15 d'eau. Il faut arriver à 20 pour 100 d'eau distillée pour que les résultats soient annihilés. Et la proportion d'eau distillée maxima compatible avec l'obtention de larves est la même pour les solutions salines et pour les sucrées, ce qui ne se concilie pas avec l'explication proposée par M. Loeb.

Dans les expériences comparatives auxquelles je viens de faire allusion, j'ai essayé plusieurs autres véhicules, KCl, $MgCl^2$, $CaCl^2$, etc., toujours isotoniques à l'eau de mer, et des mélanges variés de ces solutions. Tous m'ont donné de nombreuses éclosions. Tout cela est exposé tout au long dans le Mémoire *in-extenso* qui va paraître incessamment.

Ma solution isotonique de NaCl a une concentration de 0,659 *n*. Je l'ai déterminée par le calcul, au moyen des Tables de conductivité électrique, pour éviter d'introduire un nouvel élément expérimental susceptible d'erreur entre des mains peu habituées à ce genre de mesures. Lorsque j'y ajoute 15 pour 100 d'eau distillée, sa concentration tombe à 0,560, bien inférieure à celle de 0,620 *n* que M. Loeb trouve trop faible pour donner des résultats (p. 83 de son Mémoire) et bien peu supérieure à celle de 0,540 *n* qu'il considère comme isotonique à l'eau de mer.

En outre je constate, en calculant d'après les Tables de conductivité électrique, que le chiffre de 0,540 *n* donné par M. Loeb est trop faible. La solution de NaCl à 0,540 *n* n'a, en effet, qu'une pression osmotique de 0,940, tandis que l'eau de mer du Pacifique a, d'après M. Loeb, une pression de 1,027. La solution de NaCl ayant une pression de 1,027 doit avoir une concentration de 0,593 *n*, inférieure à celle que j'emploie d'ordinaire comme isotonique à l'eau de la Manche, mais supérieure à la solution diluée, hypotonique, qui me donne encore des larves et qui ne marque que 0,560.

Ainsi le tannate d'ammoniaque me permet d'obtenir des larves avec une solution

hypotonique par rapport à la solution minima de M. Loeb, par rapport à l'eau de mer de la Manche et même par rapport à l'eau du Pacifique !

Je conclus de tout cela qu'il n'est pas possible de nier que la parthénogenèse des œufs d'Oursin peut être obtenue, *par ma méthode*, en solution isotonique à l'eau de mer, et que mes solutions isotoniques sucrées n'ont pas besoin de l'action indirectement déshydratante que leur attribue M. Loeb, pour constituer un véhicule convenable dans les expériences de parthénogenèse expérimentale.

Je profite de l'occasion de cette Note pour préciser les relations taxonomiques entre l'Oursin de M. Loeb et le mien, relations que j'avais dû, faute de temps, laisser dans le vague, dans ma Note de la semaine dernière. Ces deux Oursins ont porté le même nom générique, *Strongylocentrotus :* le premier était le *S. purpuratus ;* le second, le *S. lividus*. M. le Dr Mortensen, qui fait autorité en ces matières, a reconnu entre eux des différences telles qu'il a retiré le *lividus* du genre *Strongylocentrotus* et a dû créer pour lui un genre nouveau, *Paracentrotus,* qu'il a dû même placer dans une famille différente, celle des *Echinidæ*, le *Strongylocentrotus* appartenant à celle des *Toxopneustidæ*.

Il n'y a rien d'étonnant à ce que deux Oursins appartenant à des familles différentes, vivant aux antipodes l'un de l'autre, dans des eaux de salure différente, se comportent différemment en présence des réactifs de la parthénogenèse expérimentale.

Je profite aussi de cette même occasion pour informer que les deux petits Oursins parthénogénétiques en élevage à la station de Roscoff sont bien vivants et bien portants, se meuvent avec activité ; mais ils grossissent peu en ce moment, en raison sans doute de la saison.

M. A. Laveran fait hommage à l'Académie du premier fascicule du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'établissement d'une liste de deux candidats qui devra être soumise à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France par suite de la démission de M. *H. Le Chatelier*.

Au premier tour de scrutin destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 50,

M. Matignon obtient . . . . 47 suffrages
M. Job » . . . . 2 »

Il y a 1 bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 50,

M. Job obtient . . . . 45 suffrages
M. Moussu » . . . . 1 »
M. Gley » . . . . 2 »

Il y a 2 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. C. **Matignon**
En seconde ligne . . . . M. **Job**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'établissement d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Biologie générale récemment créée au Collège de France.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 51,

M. Gley obtient . . . . 42 suffrages
M. Moussu » . . . . 6 »

Il y a 3 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 44,

M. Moussu obtient . . . . 41 suffrages
M. V. Henri » . . . . 1 »

Il y a 2 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Gley**
En seconde ligne. . . . . M. **Moussu**

M. **B. Baillaud** prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Astronomie, par suite du décès de M. *Lœwy*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *De la forme des chiffres usuels*, par Georges Dumesnil. (Présenté par M. Émile Picard.)

2° *Peine de mort et criminalité*, par A. Lacassagne. (Présenté par M. A. Laveran.)

ASTRONOMIE. — *Sur la visibilité de l'anneau de Saturne du côté non éclairé par le Soleil, et sur sa réapparition en janvier* 1908. Note [1] de M. **M. Amann**, présentée par M. C. Wolf.

L'anneau de Saturne, pendant les périodes de son *invisibilité*, ne disparaît entièrement qu'aux époques où la Terre passe par son plan; dans l'intervalle, il redevient visible, faiblement il est vrai, du côté non éclairé par le Soleil. J'ai maintes fois constaté, à Aoste, à l'aide de notre équatorial de 170^{mm} d'ouverture et même avec l'équatorial de 108^{mm}, la visibilité de ce côté, et j'ai cherché à étudier, du 4 octobre 1907 au 6 janvier 1908, toutes les variations qu'elle pourrait subir jusqu'à la réapparition définitive de l'anneau.

D'après la *Connaissance des Temps*, la dernière période d'invisibilité devait commencer le 4 octobre, ce qui a dû avoir lieu : car un de mes dessins fait ce même jour à 8^h30^m (temps moyen de Paris) ne montre aucune trace d'anneau. Le 11 du même mois, je vis, à l'est de la planète, d'abord une luminosité très faible ayant la forme d'une anse de l'anneau crêpé, puis, et avec plus de certitude, de chaque côté du disque, une ligne lumineuse,

---

[1] Présentée dans la séance du 10 février 1908.

mince et continue. Cette ligne ne semblait pas dépasser, en longueur, les limites de l'anneau crêpé. Le 6 novembre, elle était plus visible, plus large et s'étendait jusqu'à l'extrémité de l'anneau extérieur. Je continuai à la voir ainsi jusqu'au 15 novembre.

A partir de ce jour, je commençai à apercevoir nettement une forme d'anneau, dont la visibilité dura jusqu'au 16 décembre, avec un maximum d'ouverture autour du 23 novembre. Le 18 décembre, l'anneau était de nouveau réduit à une ligne; le même jour aussi, mais à une heure plus avancée, je le vis sous la forme d'une bande très peu lumineuse, coupée longitudinalement par une ligne tout à fait obscure qui paraissait être le prolongement de l'ombre de l'anneau sur la planète. Cet aspect persista jusqu'au 2 janvier 1908. Toutefois la bande n'était pas également lumineuse des deux côtés de la ligne obscure; car, tandis que la partie boréale, plus visible le 18 décembre, allait ensuite en s'affaiblissant pour disparaître le 4 janvier, la partie australe augmenta en intensité du 20 décembre au commencement de janvier, puis s'affaiblit, et disparut à son tour le 6 du même mois.

Quant à la luminosité de l'anneau, elle a beaucoup varié pendant la période d'observation. Très faible en octobre et au commencement de janvier, elle semble avoir eu son maximum au commencement de décembre. C'était pendant tout le temps une lueur pâle, grise, ressemblant beaucoup, comme teinte, à la lumière cendrée de la Lune. En la comparant aux satellites de Saturne, tels que Rhéa et Dioné, elle m'a toujours paru leur être inférieure en intensité.

Après le 6 janvier, jour où, d'après la *Connaissance des Temps,* la Terre devait passer dans le plan de l'anneau, je continuai les observations, afin de noter toutes les particularités que l'anneau présenterait lors de sa réapparition. Le 7, à 8^h0^m, quoiqu'une faible lueur comme celle des jours précédents fût déjà visible, l'éclat ordinaire de l'anneau n'avait pas encore commencé à paraître. Le 8, le mauvais temps empêcha les observations; le 9, pendant une éclaircie, j'ai cru apercevoir une partie de l'anneau tout près de la planète; mais sa luminosité ne dépassait pas celle des deux satellites (3^e et 4^e dans l'ordre d'éclat) que je vis très bien pendant quelques instants. Le 10, le temps étant redevenu favorable, je constatai, dès la tombée de la nuit, la visibilité certaine de l'anneau; ce dernier toutefois était encore assez faible pour disparaître lorsqu'on le fixait pendant quelque temps. Il paraissait continu, plus mince et moins visible près de la planète, et se terminait en pointe. Vers chaque extrémité il montrait deux points brillants, placés symétriquement par rapport au disque de Saturne.

Dans les observations des 11, 12, 13 et 14 janvier, l'anneau paraissait formé d'une suite de points brillants, inégaux en grandeur et en luminosité, et dont quelques-uns surpassaient les dimensions et l'éclat de Titan; d'autres même atteignirent, déjà le 13, l'intensité lumineuse de la planète. Tous ces points étaient animés d'un mouvement continuel et rapide, offrant parfois l'apparence d'un scintillement. On ne saurait attribuer leur mouvement à un effet du bouillonnement, car pendant ces quelques jours l'atmosphère était très calme. Le nombre des points brillants alla en diminuant chaque jour; le 14 janvier, ils n'étaient plus visibles que par moments, et, le 17, ils avaient complètement disparu.

L'éclat général de l'anneau, inférieur à celui de Titan les 10, 11 et 12, le dépassa sensiblement les jours suivants. Le 11, peut-être même déjà le 10, l'anneau était assez intense pour être visible avec le plus fort grossissement (350 fois), et, deux jours après, je le soupçonnai au chercheur de 40^{mm}.

Dès le 10, l'anneau avait une teinte cuivrée, qui s'accentua les 11, 12 et 13 pour diminuer ensuite et se rapprocher de la couleur jaune de la planète.

ASTRONOMIE. — *Sur la relation entre les ombres volantes et la scintillation.* Note (¹) de M. **Cl. Rozet**, présentée par M. Wolf.

Dans une Note précédente (²), j'ai exposé le résultat de mes recherches sur les ombres volantes, observées à Aoste (Italie) au lever et au coucher du Soleil.

Ayant remarqué que d'ordinaire les bandes d'ombre sont visibles seulement lorsque la surface éclairante du Soleil est très réduite, je fus amené à rechercher si les planètes et les étoiles, dont la surface éclairante se réduit pour nous à un point, ne produiraient pas des bandes semblables.

Mes premières recherches dans ce sens, en janvier 1907, ont été faites à l'aide de Vénus, alors à son maximum d'éclat (³).

Dès les premiers essais, je constatai, sur l'écran éclairé par cet astre, des bandes sombres semblables aux ombres volantes observées au lever et au coucher du Soleil.

(¹) Présentée dans la séance du 10 février 1908.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 913.

(³) Pour ces observations et les suivantes, je me suis servi d'un écran disposé comme celui décrit dans la Note déjà citée, en prenant plus de soin encore pour éviter toute lumière étrangère à celle de l'astre.

Ces bandes, plus ou moins droites, plus ou moins larges et espacées, parcouraient d'ordinaire l'écran avec une grande vitesse. Parfois, au lieu de se succéder à des distances égales, elles arrivaient « par paquets » de tous côtés, et alors les intervalles brillaient d'un éclat plus grand que de coutume. Cette particularité se reproduisait à des intervalles de temps irréguliers et correspondait toujours à une scintillation plus forte, à une fluctuation plus accentuée de la lumière de l'astre.

L'orientation de ces bandes, ordinairement horizontale, ne semble pas suivre une loi déterminée, contrairement à ce qui a lieu pour les bandes produites par le Soleil, qui sont *toujours parallèles à l'arête de la montagne* où l'astre apparaît ou disparaît. Quant à leur déplacement, il se fait *toujours perpendiculairement* à leur orientation, soit dans un sens, soit dans l'autre. Par les jours de grands vents, alors que l'orientation est souvent modifiée, le déplacement continue à être perpendiculaire à l'orientation.

Les autres astres dont je me suis servi pour ces études sont les planètes Jupiter et Mars, les étoiles Sirius, Bételgeuse, Procyon, Capella, Wéga et Arcturus, c'est-à-dire les sources lumineuses assez intenses pour produire sur l'écran des contrastes d'ombre et de lumière. Tous ces astres produisent des bandes identiques à celles observées avec Vénus; seulement l'observation en est plus fatigante, à cause de l'éclat plus faible des sources lumineuses qui les produisent.

A la suite de mes observations, ces questions se posèrent à mon esprit : N'y aurait-il pas une relation entre les bandes d'ombre et la scintillation [1]? Ces bandes ne seraient-elles pas les mêmes que celles visibles sur le disque lumineux formé par une étoile au delà du foyer d'un objectif ? Ne seraient-elles pas identiques aux bandes qui traversent les spectres stellaires et dont M. C. Wolf et M. Respighi ont fait une étude approfondie ?

Dans le but de résoudre ces questions, j'ai entrepris, avec mon confrère M. M. Amann et mon frère Louis, des observations simultanées de ces différents phénomènes.

Voici le résultat de nos recherches :

1° Entre les bandes d'ombre et la scintillation il y a une relation certaine, qui se manifeste ainsi : *a*, quand le scintillement est régulier, l'écran est traversé par des bandes sombres faibles, minces et régulièrement espacées; *b*, à une forte augmentation de la lumière de l'astre correspond le passage d'une large bande très brillante; *c*, une extinction presque entière de cette lumière se traduit par l'arrivée d'une grosse bande très sombre; *d*, quand la

(1) Nous avions observé fréquemment la scintillation du Soleil en même temps que le passage des bandes sur l'écran.

scintillation est nulle ou presque nulle, on ne remarque aucune bande sombre.

2° L'examen et la comparaison simultanés des bandes parcourant l'écran, de celles visibles sur le disque lumineux d'une étoile au delà du foyer de l'objectif et de celles qui traversent le spectre de l'étoile font conclure à l'entière ressemblance de toutes ces bandes. En effet, leur largeur, leur espacement, leur intensité, leur orientation, la direction de leur déplacement, en un mot tous leurs caractères particuliers, sont les mêmes dans les trois cas.

D'après cela, il est clair que les « ombres volantes » des éclipses totales et les autres bandes vues par les différentes méthodes indiquées dans le paragraphe précédent ne sont que les manifestations d'un phénomène unique : la scintillation.

On peut maintenant s'expliquer comment nous percevons cette scintillation; il suffit, en effet, de considérer notre œil comme un point de l'écran recevant successivement des bandes sombres séparées par des intervalles lumineux: tant que les bandes passent régulièrement, la scintillation est régulière; mais, lorsque arrivent de fortes bandes sombres ou brillantes, elles produisent sur notre œil ces grandes fluctuations qu'on remarque par moments.

Quant à la cause même du phénomène de la scintillation, elle est certainement dans l'atmosphère terrestre et due, comme l'a démontré le savant physicien K. Exner, de Vienne, à la réfraction inégale et à la dispersion régulière des couches atmosphériques (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de la théorie des équations intégrales.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Note récente (*Comptes rendus,* 14 octobre 1907), M. Tommaso Boggio a étendu quelques propriétés des noyaux symétriques aux noyaux de la forme $p(y)\,S(x,y)$, où $S(x,y)$ est une fonction symétrique et $p(y)$ une fonction qui conserve un signe constant. Les résultats de M. Boggio peuvent être rendus intuitifs et généralisés au moyen d'une remarque bien simple.

(1) K. Exner, *Zur Genesis der richtigen Erklärung der Scintillationserscheinungen* (*Akad. der Wissenschaften in Wien, Mathem.-naturw. Classe,* Bd. CX, Abth. II, 1901).

Soit $\Gamma(x, y; \lambda)$ le noyau résolvant correspondant à un noyau quelconque $K(x, y)$. De l'identité fondamentale

$$\Gamma(x, y; \lambda) - K(x, y) = \lambda \int_a^b K(x, s)\,\Gamma(s, y; \lambda)\,ds \tag{1}$$

on déduit, en multipliant les deux membres par $\frac{r(x)}{r(y)}$ [$r(x)$ désignant une fonction quelconque de x], une nouvelle identité qu'on peut écrire

$$\Gamma_1(x, y; \lambda) - K_1(x, y) = \lambda \int_a^b K_1(x, s)\,\Gamma_1(s, y; \lambda)\,ds, \tag{2}$$

en posant

$$K_1(x, y) = K(x, y)\frac{r(x)}{r(y)}, \qquad \Gamma_1(x, y; \lambda) = \Gamma(x, y; \lambda)\frac{r(x)}{r(y)},$$

et nous en concluons que $\Gamma_1(x, y; \lambda)$ *est le noyau résolvant correspondant au noyau* $K_1(x, y)$.

Cela posé, supposons en particulier que le noyau $K(x, y)$ soit de la forme

$$K(x, y) = S(x, y)\sqrt{p(x)\,p(y)\,q(x)\,q(y)}, \tag{3}$$

$S(x, y)$ étant une fonction symétrique de x et de y, $p(x)$ et $q(x)$ deux fonctions positives dans l'intervalle (a, b). Ce noyau $K(x, y)$ est évidemment symétrique; soit $\Gamma(x, y; \lambda)$ le noyau résolvant correspondant. Appliquons la remarque générale précédente en prenant ici

$$r(x) = \sqrt{\frac{p(x)}{q(x)}};$$

nous aurons dans ce cas

$$K_1(x, y) = \sqrt{\frac{p(x)\,q(y)}{q(x)\,p(y)}}\,S(x, y)\sqrt{p(x)p(y)q(x)q(y)} = p(x)\,q(y)\,S(x, y). \tag{4}$$

On en conclut que le noyau résolvant $\Gamma_1(x, y; \lambda)$ qui correspond au noyau $p(x)q(y)S(x, y)$ est égal au produit

$$\sqrt{\frac{p(x)\,q(y)}{p(y)\,q(x)}}\,\Gamma(x, y; \lambda).$$

Or, d'après les propriétés des noyaux symétriques, tous les pôles de $\Gamma(x, y; \lambda)$ sont des *pôles simples réels*. Il en est donc de même des pôles de $\Gamma_1(x, y; \lambda)$.

En supposant $p(x)=1$ ou $q(x)=1$, on retrouve le résultat de M. Boggio.

Il est à remarquer que la transformation est applicable pourvu que le produit $p(x)q(x)$ conserve un signe constant.

PHYSIQUE. — *Sur l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur.* Note de M. **E. Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

Il semblerait que l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur doive être un phénomène très simple et consister uniquement dans la séparation des ions $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{Cl}$ qui, se polymérisant respectivement à la cathode et à l'anode, devraient y donner, pour un courant capable d'électrolyser un équivalent HCl, un équivalent d'hydrogène au pôle négatif et un équivalent de chlore au pôle positif.

Le phénomène est cependant un peu plus complexe, car, si l'on recueille bien autour de l'électrode négative le poids théorique d'hydrogène pur, le gaz qui se dégage autour de l'électrode positive n'est jamais du chlore pur, mais toujours un mélange de chlore et d'oxygène, lorsqu'on opère avec des électrodes inattaquables.

Le volume de l'oxygène recueilli varie dans de grandes proportions avec le titre de la dissolution; il augmente à mesure que le titre diminue et peut devenir une fraction considérable du volume du chlore que l'on devrait théoriquement obtenir.

Voici, à titre d'exemple, les résultats d'une série de déterminations faites avec des dissolutions inégalement riches, mais avec des intensités sensiblement les mêmes. Les électrodes étaient constituées par deux fils de platine de $\frac{5}{10}$ de millimètre et de 6^{cm} de longueur.

TABLEAU I.

Titres.	Intensités.	Durées.	Volumes d'hydrogène (¹) V.	Volumes d'oxygène v.	Rapports $\frac{v}{V}$.
	A	h m s	cm³	cm³	
14,5	0,121	1. 0.35	50,08	1,52	0,034
8,7	0,120	1. 2.24	51,60	3,51	0,068
5,8	0,123	1	50,38	4,13	0,082
2,9	0,124	1	50,88	6,11	0,120
7,45	0,125	1	51,15	8,50	0,166
0,72	0,134	0.58	52,82	11,20	0,212

(¹) Les volumes V sont égaux aux volumes de chlore qu'on devrait théoriquement avoir autour de l'anode.

Avant lecture du volume de l'oxygène, ce gaz était soigneusement lavé, à plusieurs reprises, par agitation avec de l'eau distillée.

Il était important de savoir si ce dégagement d'oxygène était dû à l'action secondaire du chlore naissant sur l'eau de la dissolution, ou bien s'il fallait l'attribuer à l'électrolyse directe de l'eau.

Dans la première hypothèse, si l'on modifie les conditions expérimentales de façon à fixer le chlore dès sa libération, on doit arrêter ou du moins diminuer considérablement le dégagement d'oxygène. Pour fixer le chlore, je me suis servi d'électrodes positives en argent ou en mercure purs, qui ont l'avantage d'avoir une grande affinité pour le chlore et de donner avec ce corps des composés peu solubles. Dans ces conditions, en effet, du moins avec des intensités faibles, il semble bien que le chlore soit fixé en totalité, car le gaz et le liquide qui entourent l'anode ne dégagent aucune odeur de ce gaz et cependant on recueille un volume d'oxygène sensiblement plus grand qu'avec une électrode en platine.

Ainsi, avec une anode en argent, une dissolution à 0,72 pour 1000, soumise pendant 1 heure à un courant de 0,122 ampère, a donné $13^{cm^3},36$ d'oxygène et $52^{cm^3},4$ d'hydrogène; dans les mêmes conditions, mais avec une anode en platine, elle dégage $11^{cm^3},2$ seulement d'oxygène.

On ne saurait donc attribuer le dégagement d'oxygène observé à l'action du chlore sur l'eau de la dissolution. Il est, au contraire, probable que le chlore fixe une certaine quantité d'oxygène pour donner naissance aux composés oxygénés de ce gaz dont on connaît la production constante autour de l'anode. Ainsi s'expliquerait pourquoi, dans l'électrolyse avec anode en argent ou en mercure, on obtient un volume d'oxygène supérieur à celui qu'on obtient avec une anode en platine.

Il semble donc que, dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur, *la décomposition électrolytique porte non seulement sur l'acide chlorhydrique, mais aussi sur l'eau de la dissolution.*

Si tout l'oxygène électrolysé pouvait être recueilli, il serait facile de connaître le rapport du nombre des ions provenant de l'eau au nombre total des ions contenus dans la dissolution. Si l'on représente par v le volume de l'oxygène et par V le volume de l'hydrogène, $\frac{2v}{V}$ serait égal à ce rapport, tandis que $\frac{V-2v}{V}$ serait le rapport du nombre des ions provenant de l'acide chlorhydrique au nombre total des ions de la dissolution. Ces rapports,

que l'on pourrait désigner sous le nom de *facteurs d'ionisation*, seraient importants à connaître.

Dans l'exemple rapporté plus haut, ils seraient respectivement de

0,068, 0,136, 0,164, 0,240, 0,332, 0,424

pour l'eau, et

0,932, 0,864, 0,836, 0,760, 0,668, 0,578

pour l'acide chlorhydrique.

Mais ces chiffres ne sont pas exacts, car une partie inconnue de l'oxygène est fixée par le chlore et échappe à la mesure.

Quoi qu'il en soit, on peut dire dès maintenant que, dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique, une partie du courant qui n'est nullement négligeable sert à l'électrolyse de l'eau de la dissolution et qu'il faut tenir compte de ce phénomène, soit dans la détermination des facteurs de transport des ions H et Cl, soit dans la mesure de la conductibilité de ces dissolutions et peut-être aussi dans la mesure de leur acidité.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le lithium dans les minerais radioactifs.* Note de M^{lle} **Gleditsch**, présentée par M. Lippmann.

J'ai indiqué dans une Note préliminaire ([1]) les premiers résultats de mes recherches sur la présence du lithium dans les minerais de radium. J'ai fait depuis un travail plus complet sur ce sujet, pensant qu'à la suite des recherches de M. Ramsay il était intéressant de voir s'il existe un rapport entre les teneurs d'un minerai en radium, cuivre et lithium.

Après avoir analysé plusieurs de ces minerais, j'ai trouvé qu'ils contiennent tous du lithium, mais en très petite quantité. Par conséquent, il ne m'a pas été possible de doser le lithium suivant la méthode ordinaire; toutefois je l'ai fait à l'aide du spectroscope.

Pour la plupart des minerais le procédé a été le suivant :

Après avoir été finement pulvérisé, le minerai, par quantités de 5^g à 10^g, est traité par l'acide chlorhydrique ou, pour les pechblendes, par l'eau régale, jusqu'à une dissolution aussi parfaite que possible. La dissolution est évaporée à sec; le résidu est traité par l'eau et par l'acide chlorhydrique. On précipite par l'hydrogène sulfuré, on

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1148.

sépare l'arsenic, le plomb et le bismuth, et l'on dose le cuivre à l'état de protosulfure. Le liquide filtré est porté à l'ébullition pour chasser l'hydrogène sulfuré et oxydé par l'acide azotique, puis on précipite par l'ammoniaque. Ce précipité retient opiniâtrément des alcalis, malgré un lavage très soigné; pour cette raison je l'ai toujours dissous dans l'acide chlorhydrique et précipité de nouveau par l'ammoniaque. Dans les minerais qui contiennent de l'acide phosphorique, l'autunite et la chalcolite, j'ai ajouté, avant de précipiter par l'ammoniaque, un peu de chlorure de fer pour empêcher la précipitation du lithium à l'état de phosphate. Le liquide et les eaux de lavage sont concentrés et traités, si c'est nécessaire, par le sulfure d'ammonium, puis les sels ammoniacaux sont chassés par l'évaporation avec de l'eau régale. Les terres alcalines sont précipitées par l'ammoniaque et le carbonate d'ammonium, le magnésium par l'eau de baryte. Après avoir éliminé la baryte et chassé parfaitement les sels ammoniacaux, on pèse le résidu et on l'examine au spectroscope.

Pour l'analyse de la carnotite, j'ai suivi une méthode spéciale, la même qui a été indiquée par MM. Friedel et Cumenge ([1]). Le minerai, formant une poudre cristalline, est traité par l'acide azotique étendu, qui dissout le minerai, mais laisse la gangue inattaquée. On évapore la dissolution, ajoutant de l'acide azotique, ce qui rend le vanadium insoluble. Dans le liquide filtré on précipite les métaux, suivant la méthode indiquée plus haut. Le résidu qui est très important se compose surtout de potassium.

Pour avoir une mesure de la quantité de lithium j'ai préparé des mélanges de chlorures de sodium et de lithium, et j'ai comparé l'intensité de la raie du lithium des résidus avec celle de mes mélanges. La méthode est assez sensible, même avec de très petites quantités de lithium.

Voici les résultats pour les minerais examinés :

	Cu pour 100.	Li pour 100.	Activité par rapport à l'uranium.
Pechblende de Joachimsthal...	1,2	0,00017	1,5
» Colorado......	0,15	0,00034	1,75
Carnotite..................	0,15	0,030	0,52
Chalcolite de Cornwall.........	6,54	0,00011	2,0
Autunite....................	0	0,00083	1,48
Thorite......................	trace	0,0033	0,59

Comme plusieurs de ces minerais sont accompagnés de gangues, qui sont relativement riches en lithium, il était nécessaire de les séparer aussi bien que possible, ce qui était facile pour la chalcolite, dont j'ai eu de très beaux échantillons, et de même pour l'autunite. Les gangues séparées de ces deux

([1]) *Bull. de la Soc. chim. de Paris,* 2e série, t. XXI, p. 328.

minerais ont été analysées; elles ont été traitées par l'acide fluorhydrique d'après la méthode de Berzelius.

Voici les résultats :

	Li pour 100.
La gangue séparée de la chalcolite..........	0,012
» » l'autunite............	0,0033

On remarque d'abord la grande quantité de lithium dans la carnotite, qui contient peu de cuivre; puis on trouve que la thorite contient une trace de cuivre presque invisible et une quantité considérable de lithium, enfin l'autunite ne contient pas du tout de cuivre, mais incontestablement du lithium; le même fait a été constaté pour la gummite par M. Mc Coy ([1]). Il est vrai qu'on peut dire, comme M. Mc Coy, que cela ne prouve rien contre la théorie de M. Ramsay, parce que tout le cuivre peut avoir été transformé en lithium. Mais comme d'autre part la chalcolite, qui contient beaucoup de cuivre, ne renferme qu'une faible trace de lithium, cette interprétation n'est pas très probable.

Comme la réaction spectroscopique du lithium est très sensible, il peut être parfois difficile de dire si une trace de lithium appartient réellement au minerai ou à la gangue qui l'accompagne. C'est pourquoi je crois qu'on ne peut pas espérer obtenir des résultats plus intéressants en étudiant un plus grand nombre de minerais. Les résultats obtenus n'infirment pas la théorie de M. Ramsay, bien qu'ils ne soient pas en sa faveur; mais ils prouvent qu'il n'existe aucun rapport simple entre le cuivre et le lithium dans les minerais radioactifs.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de dosage du soufre dans les matières organiques.* Note de M. **Isidore Bay.**

Le dosage du soufre dans les matières organiques s'effectue ordinairement par le procédé Carius : attaque de la matière organique en tube scellé et à haute température par l'acide nitrique fumant et dosage de l'acide sulfurique formé. Ce procédé est très exact, mais la manipulation des tubes scellés est délicate et parfois dangereuse. De plus, l'opération est assez longue. C'est pourquoi nous avons étudié un autre procédé de dosage plus facile,

---

(1) *Nature,* 28 novembre 1907, dans une Note préliminaire, envoyée à ce journal.

plus rapide et cependant exact. C'est le résultat de ce travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

La matière organique est brûlée dans un tube baïonnette, pareil à ceux qui servent en analyse élémentaire, en présence de carbonate de soude sec et de magnésie calcinée; et la combustion est achevée, comme à l'ordinaire, dans l'oxygène. Le soufre se combine aux sels de soude et de magnésie pour donner des sulfates. Pour plus de sûreté, on adapte au tube à combustion un tube de Liebig, contenant de la soude bromée, afin de retenir les dernières traces de produits sulfurés qui auraient pu échapper à la magnésie et au carbonate de soude.

Après la combustion, le tube à analyse et le tube de Liebig sont vidés dans une capsule. On dissout la matière dans l'acide chlorhydrique étendu, on fait bouillir pour chasser le brome, on filtre et, dans la liqueur claire, on précipite l'acide sulfurique formé par le chlorure de baryum.

Le tube à combustion est rempli de la façon suivante :

Au fond, un tortillon de fibres d'amiante de 3^{cm} de longueur; puis, sur 10^{cm} environ, un mélange de carbonate de soude et de magnésie à poids égaux; ensuite, sur 10^{cm}, la matière à analyser (si elle est solide) mélangée avec le carbonate de soude et la magnésie; si la matière à analyser est liquide, on la met dans une petite ampoule en verre mince, comme on fait pour l'analyse élémentaire. A la suite, 20^{cm} du mélange à poids égaux de carbonate de soude et de magnésie et 20^{cm} de magnésie. Enfin un tortillon de fibres d'amiante.

Le carbonate de soude et la magnésie sont préalablement desséchés, et une opération à blanc fait connaître la quantité de soufre contenue dans les réactifs qu'il faudra retrancher du résultat.

Nous avons effectué des dosages comparatifs par notre procédé et par le procédé Carius sur les corps suivants : mercaptan méthylique, sulfocyanate d'éthyle, sulfure d'éthyle, sulfocyanate d'allyle, sulfure d'allyle, acide α-thiophénique, thiophène, et nous avons consigné les résultats dans le Tableau qui suit :

Substances.	Formules.	Soufre pour 100, procédé Carius.	Soufre pour 100 par notre procédé.
Mercaptan méthylique..	C^2H^5SH	51,60	51,55
Sulfocyanate d'éthyle...	C^2H^5SCAz	36,80	36,76
Sulfure d'éthyle........	$(C^2H^5)^2S$	35,53	35,55
Sulfocyanate d'allyle....	C^3H^5SCAz	32,31	32,24
Sulfure d'allyle.........	$(C^3H^5)^2S$	28,07	28,00
Acide α-thiophénique...	$C^4H^3S-COOH$	25,76	25,75
Thiophène............	C^4H^4S	38,09	38,02

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation du chlorure et de l'iodure d'argent.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Troost.

Hager a publié en 1871 (*Z. f. anal. Ch.*, t. X, p. 341) une méthode de séparation approximative des trois éléments halogènes, applicable à un mélange de leurs sels d'argent. Ce procédé repose :

1° Sur la solubilité du chlorure AgCl dans une solution bouillante de sesquicarbonate d'ammoniaque à 10 pour 100, qui laisse l'iodure insoluble et ne dissout, dit-il, que des traces du bromure AgBr;

2° Sur le traitement ultérieur du résidu, c'est-à-dire des deux derniers sels, par une solution d'ammoniaque à 5 pour 100 qui, sans dissoudre notablement d'iodure, enlève le bromure.

L'auteur, comme il le dit lui-même, n'a aucune prétention à une haute précision; en effet, dans les résultats qu'il a obtenus, on relève des écarts variant de 2 à 4 pour 100, en plus ou en moins, avec les quantités qu'il aurait dû trouver, d'après les mélanges synthétiques mis en expérience. L'exposé des résultats donnés par Hager en dira d'ailleurs suffisamment :

	AgCl.	AgBr.	AgI.
Employé	0^g,287	0^g,396	0^g,470
Trouvé	0,296	0,386	0,448

Il ne pouvait en être autrement, car si l'iodure est pour ainsi dire insoluble dans le carbonate d'ammoniaque même *neutre* $CO^3(AzH^4)^2$, pour le bromure, c'est fort différent, puisque à froid (vers 25°), d'après mes déterminations, une solution à 10 pour 100 de sesquicarbonate d'ammonium dissout déjà par simple agitation près de 0^g,018 AgBr au litre et celle de carbonate neutre une proportion beaucoup plus forte. Or, à l'ébullition, la dissolution de sesquicarbonate perd de l'anhydride carbonique et tend à se transformer en carbonate neutre, plus stable à l'état dissous. Si l'on ajoute à cela qu'Hager additionnait même de quelques gouttes d'ammoniaque la liqueur de sesquicarbonate, on comprendra de suite pourquoi la séparation du chlore et du brome, pris sous forme de sels d'argent, ne pouvait, dans ces conditions, être rigoureuse. Enfin, l'emploi de l'ammoniaque pour séparer le bromure et l'iodure, malgré la faible solubilité de ce dernier, n'est pas sans être sujet à objection.

Mais il en est tout autrement, si l'on n'a qu'à traiter un mélange de chlorure et d'iodure.

Le précipité des deux sels d'argent recueilli et lavé sur un filtre en est détaché et mis en macération au bain-marie à 70°-80° dans une solution de carbonate d'ammoniaque commercial (sesqui) renfermant au litre 100^g de

ce sel et 20$^{cm^3}$ d'ammoniaque à 20 pour 100. Au bout de quelques minutes on laisse refroidir et l'on procède à la filtration en ne décantant que le liquide, afin de répéter le même traitement une seconde fois. Pour finir, l'iodure formant le résidu est lavé sur le filtre avec la liqueur ammoniacale étendue de son volume d'eau. Après dessiccation, on le pèse.

Le chlorure est séparé de sa dissolution par addition d'acide nitrique et on le dose comme d'usage.

Par cette méthode, on arrive à des résultats suffisamment précis, ainsi qu'on peut le constater, en opérant avec des mélanges synthétiques :

	Employé en partant de liqueurs titrées.	Trouvé.	
		I.	II.
AgCl	0g,2930	0g,2925	0g,2933
AgI..............	0g,1381	0g,1372	0g,1382

Pour chaque macération, on a employé de 70$^{cm^3}$ à 100$^{cm^3}$ de la liqueur de carbonate ammoniacal.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode d'analyse complète des matières végétales.* Note (¹) de M. **J.-M. Albahary**, présentée par M. A. Gautier.

Les méthodes ordinaires d'analyse des matières végétales sont toutes entachées d'erreurs : la dessiccation à 100° comporte des fautes graves, car, outre l'oxydation et la destruction possible des principes constituants, les substances volatiles qui s'échappent à cette température se trouvent complètement négligées.

Nous avons adopté la méthode suivante :

On prélève sur un poids de matière fraîche une petite quantité dont on détermine le poids sec d'après la méthode ordinaire (étuve 110°). La différence de poids entre la matière fraîche et la matière sèche correspondra au poids de l'eau et des substances volatiles. Elle nous servira pour contrôler les chiffres obtenus ultérieurement. Le poids des *cendres totales* de la plante s'obtient par carbonisation de la matière sèche, lavage à l'eau bouillante et incinération du résidu à faible température dans un courant lent d'oxygène.

Une autre partie de la matière fraîche est triturée avec son volume d'alcool à 95° jusqu'à consistance pâteuse, et séparée du liquide par expression. Cette opération est répétée, et l'on termine l'extraction en chauffant à 60° et en épuisant une dernière fois à l'alcool éthéré.

(¹) Présentée dans la séance du 10 février 1908.

On pèse le résidu insoluble, et une petite quantité en est desséchée ensuite dans le vide sec. On obtient ainsi le poids de la *matière sèche* insoluble dans l'alcool.

Les différents liquides alcooliques d'extraction sont réunis et distillés à basse température (50°). Pour éviter la perte des substances volatiles, et faciliter les opérations il est avantageux de se servir de l'appareil suivant : on introduit dans un ballon de 500^{cm^3} un tube à essai taré. Ce ballon, plongé dans un bain-marie, est fermé par un bouchon, muni, d'une part, d'un tube à brome dont la queue pénètre dans le tube à essai, d'autre part, d'un tube relié à un réfrigérant. Celui-ci communique lui-même avec deux petits ballons : le premier, qui est vide, sert à recueillir les liquides condensés par le réfrigérant; le second, relié à la trompe, contient un volume connu d'une solution titrée de $NaOH$ avec une goutte de phénolphtaléine. On fait le vide dans tout l'appareil. On remplit le tube à brome avec la liqueur alcoolique et on laisse tomber celle-ci goutte à goutte dans le tube à essai, dès que le bain-marie atteint la température de 50°. Le sirop épais qui reste dans le tube à essai est repris avec de l'alcool à 98°; on recommence l'opération jusqu'à siccité absolue de cet extrait. Le poids de la *matière fixe soluble* s'obtiendra en repesant le tube à essai avec son contenu. En mélangeant le liquide de condensation du premier flacon avec la lessive de soude du second on aura, après titration de l'excès d'acidité résiduelle, la quantité des *acides volatils* exprimés en $NaOH$. Ce liquide neutre étant évaporé laisse les sels sodiques de ces acides, dont il est facile de calculer le poids net.

Le poids des acides volatils (les huiles volatiles et les éthers sont, en général, en quantité négligeable), additionné du poids des matières fixes solubles, donne le poids des *matières solubles*. Le poids des matières solubles, plus le poids des matières insolubles, déduit du poids de la matière fraîche, donne le poids de l'*eau* préformée.

Le tube à essai contenant l'extrait sec de la plante est pulvérisé, placé sur un filtre taré et introduit dans l'appareil de Soxhlet. On fait une première extraction avec de l'éther de pétrole sec, qui dissout les graisses et les matières colorantes. On détermine le poids de la graisse colorée, et l'on calcule la quantité de *graisses pures* après la saponification et l'épuisement par le chloroforme qui, par évaporation, laisse les *matières colorantes*.

L'éther de pétrole est remplacé dans le Soxhlet par de l'éther ordinaire. On extrait ainsi les acides organiques fixes libres, les cholestérines et les lécithines. On lave l'extrait éthéré avec de l'eau pour séparer les *acides libres* (auxquels sont ajoutés les eaux de lavage de l'éther de pétrole), puis on procède à la séparation et à l'isolement de ces différents acides [1].

Après l'évaporation à sec de l'extrait éthéré, on le pèse, on le traite par de la potasse alcoolique pour saponifier les lécithines et l'on épuise la solution de savon avec le chloroforme pour isoler la *cholestérine*. Le dosage du phosphore dans la liqueur savonneuse permet de calculer les *lécithines*.

Il reste sur le filtre des matières azotées, des hydrates de carbone, des sels et des acides minéraux solubles. Ces principes seront dosés plus loin.

Reprenons la partie insoluble dans l'alcool neutre. On la laisse macérer pendant

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1232, et t. CXLV, p. 132.

2 jours dans l'alcool acide (200^{cm^3} d'alcool à 95° contenant 2^{cm^3} d'acide chlorhydrique concentré). On filtre et on lave à l'alcool jusqu'à ce que le liquide de lavage ne décèle plus d'acidité. Les liqueurs réunies sont évaporées dans le vide à basse température. On pèse l'extrait sec, on épuise par l'éther les acides organiques mis en liberté qui sont dosés comme ci-dessus, et l'on dissout le résidu dans l'eau. On ajoute à cette solution celle obtenue par le lavage du filtre contenant le résidu de l'extraction neutre et l'on amène à 1000^{cm^3} :

a. Sur 200^{cm^3} seront dosés, au Fehling, les *sucres réducteurs* et les sucres après hydrolyse, après défécation de la liqueur par le procédé de Patein.

b. 100^{cm^3} serviront pour le dosage des *acides minéraux* ($HCl, H^2SO^4, HAzO^3, H^3PO^4$).

c. 250^{cm^3}, réduits d'abord à un petit volume, sont soumis au procédé Kjeldhal et Jodelbauer pour le dosage de l'*azote total*.

d. Dans 250^{cm^3} on dosera l'*asparagine* : ébullition de la liqueur avec $2^g,5$ d'acide acétique, précipitation des autres amides par l'acide phospho-tungstique, ébullition du filtratum avec de la potasse dans l'appareil de Schlœsing. On calcule le poids de l'asparagine d'après l'azote de l'ammoniaque. La différence entre l'azote total et l'azote de l'asparagine appartient à l'azote des aminacides, des bases xanthiques et des hexones.

e. 100^{cm^3} sont évaporés à sec et le résidu traité avec de l'acide azotique fumant dans le tube de Carius. On précipite ensuite l'acide sulfurique par $BaCl^2$. On calcule ainsi facilement le *soufre total*.

f. 100^{cm^3} évaporés, desséchés et calcinés d'après la méthode indiquée, donnent le poids des *cendres* de la partie soluble du végétal.

On pèse, enfin, le résidu insoluble dans l'alcool acide et l'on dose l'azote total *des matières protéiques* sur une première partie. Une seconde partie est soumise à la digestion artificielle; on détermine l'azote *des nucléines* restées insolubles et, par différence, l'azote *des albumines*. Une troisième partie (la plus grande) est délayée dans un peu d'eau et chauffée à 150°; on filtre, on amène l'empois à un volume déterminé et l'on dose sur une moitié l'*amidon*, après saccharification par l'extrait de malt et hydrolyse subséquente, en calculant sur le chiffre de glucose trouvé. L'autre moitié est hydrolysée à 120° pendant 30 minutes avec 3 pour 100 d'acide acétique. Le poids de lévulose ainsi obtenu, multiplié par 0,90, donne le poids d'*inuline*. La matière séparée de l'empois est additionnée d'une solution chlorhydrique (20 pour 100) et soumise 15 minutes à une température de 120°. On filtre et dose les sucres des *glycosides* résultant de cette intervention. Dans la partie solide, on dose la *cellulose* d'après la méthode de König (glycérine contenant 2 pour 100 H^2SO^4, chauffée à 135°). On détermine enfin, sur une quatrième et dernière partie du résidu sus-indiqué, le poids de la *cendre* et de chacun de ses éléments.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydrolyse du perchlorure de fer. Effet de la valence des ions négatifs.* Note (¹) de MM. G. MALFITANO et L. MICHEL, présentée par M. E. Roux.

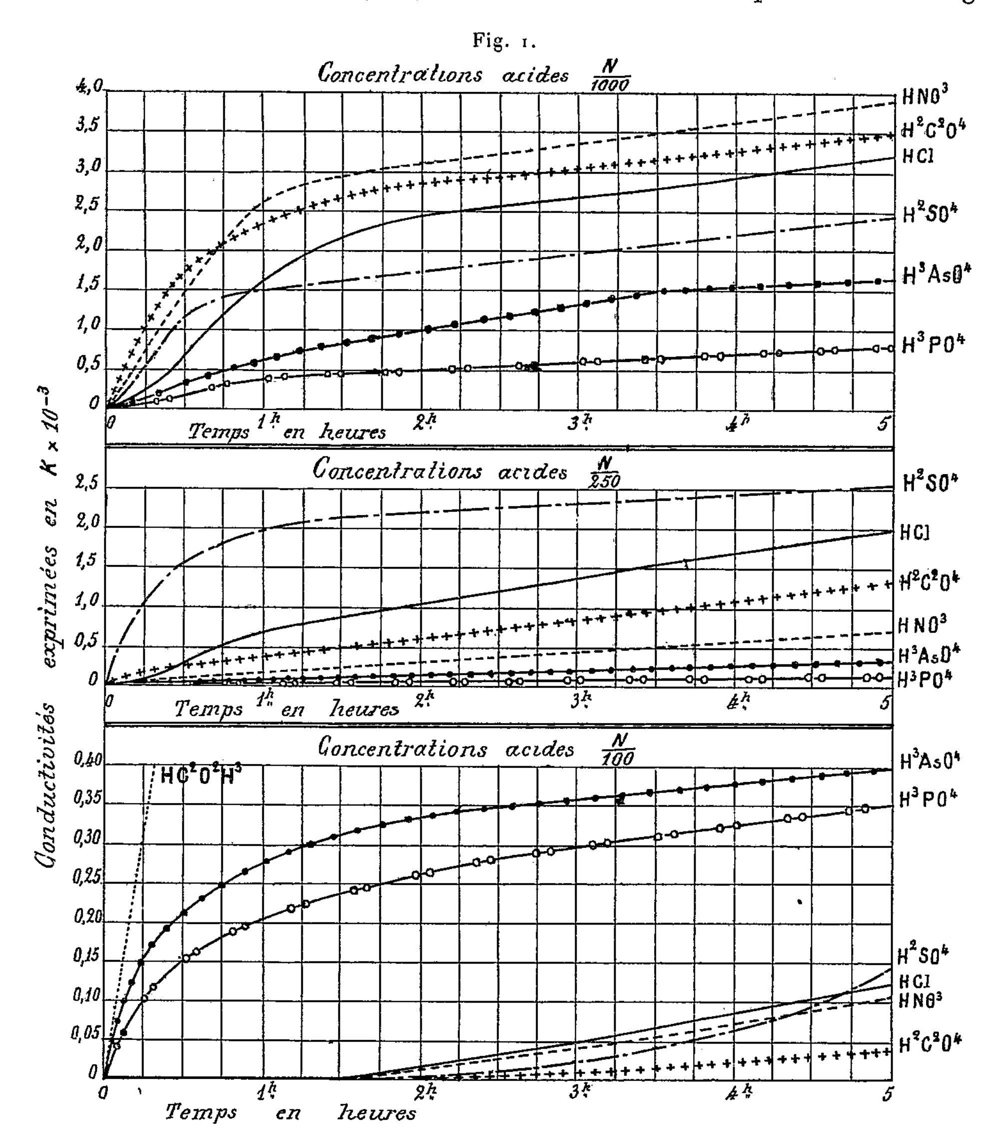
On sait que les anions précipitent le colloïde ferrique à des doses d'autant

(¹) Présentée dans la séance du 10 février 1908.

plus faibles que leur valence est plus grande. Nous avons constaté qu'ils agissent selon la même règle en empêchant la formation de ce colloïde.

Dans les graphiques (*fig.* 1), les coordonnées correspondent aux aug-

Fig. 1.



mentations de conductibilité électrique à 50°, en fonction du temps, de solutions $FeCl^3$: 150 contenant des équivalents égaux de différents acides. La valeur mesurée au début, une fois la température atteinte, est prise ici comme point de départ et marquée o pour chacune des solutions.

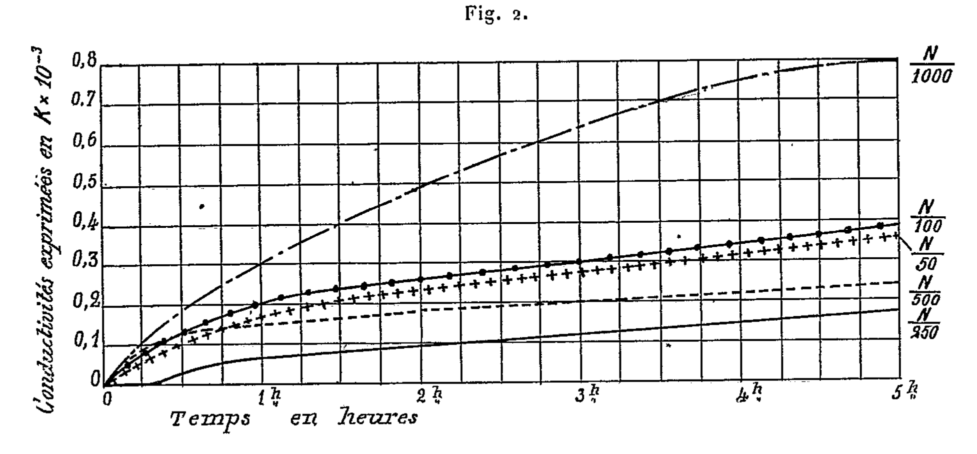
Tous les acides retardent la marche de l'hydrolyse irréversible, qui se manifeste par l'augmentation de la conductivité électrique en fonction du temps; mais l'ordre dans lequel ils se placent, selon cette influence, varie avec leur concentration; nous avons observé qu'il varie aussi avec la température et la teneur en $FeCl^3$.

HCl et HNO^3, dont le coefficient d'ionisation est pratiquement le même, exercent une influence du même ordre. Par contre, l'acide acétique, dont le coefficient est environ 50 fois plus faible, agit à des doses 10 fois plus fortes; H^3BO^3, qu'on peut considérer comme un non-électrolyte, est parfaitement indifférent.

L'action des acides est donc certainement liée à leur état de dissociation. Aux concentrations fortes, les acides monovalents surtout et H^2SO^4 doivent agir en apportant dans la liqueur des ions H qui empêchent la dissociation de l'eau; mais le rôle des anions se manifeste déjà et il faut leur attribuer les différences entre HCl et HNO^3, de même que l'influence de $H^2C^2O^4$, plus accentuée que ne le laisserait prévoir son coefficient de dissociation. A mesure que la concentration diminue, l'influence exercée par les ions H devient négligeable et celle des anions prépondérante lorsqu'ils sont polyvalents.

Comment agissent les anions polyvalents? Ceux-ci peuvent, en remplaçant Cl auprès de Fe, former des molécules moins dissociables que $FeCl^3$;

Fig. 2.



ce doit être le cas pour $H^2C^2O^4$; H^3PO^4 se comporte d'une tout autre manière que HCl. Le graphique (*fig.* 2) exprime l'augmentation de conductivité à 50°, en fonction du temps, de $FeCl^3$: 150 contenant des quantités différentes de H^3PO^4.

On voit que l'augmentation est minima pour le mélange qui contient $H^3PO^4N:250$; dans ceux où la teneur est inférieure, la marche de l'hydrolyse et la formation du colloïde chloroferrique sont seulement ralenties; dans ceux où la teneur est plus forte, la formation de ce colloïde est définitivement empêchée, et cependant la conductibilité augmente en fonction du temps. Ceci ne peut être expliqué que par la quantité de HCl libre déplacée par H^3PO^4. C'est ce qu'on voit encore mieux en opérant à 100°. Quand on chauffe à 100° des solutions de $FeCl^3$ contenant une quantité au moins équimoléculaire de H^3PO^4, on voit paraître un colloïde positif blanc, contenant Fe et PO^4 qui tend à disparaître par refroidissement et d'autant plus facilement que la concentration en $FeCl^3$ est plus grande.

Il est facile d'expliquer que le colloïde d'hydrate ne puisse se former quand celui de Fe et PO^4 apparaît, mais à des températures basses et par des doses faibles de H^3PO^4 ce composé ne peut être décelé; en tous cas, comment empêcherait-il $FeCl^3$ restant de s'hydrolyser?

La formation de colloïde d'hydrate est déjà empêchée quand le rapport $Fe:PO^4$ est 1:6000 à 18°, 1:200 à 50° et 1:16 à 100°; dans ces conditions, cependant, si l'on augmente convenablement la température et la dilution, l'hydrolyse immédiate et réversible ne paraît pas être influencée, c'est seulement le processus irréversible qui est arrêté. Les molécules d'hydrate peuvent donc se former, mais non pas s'accumuler.

Il y a lieu de rapprocher le rôle des ions négatifs polyvalents agissant sur l'hydrolyse à des doses faibles de la propriété, découverte par Perrin, que les ions polyvalents paralysent l'effet de la charge dans l'électrisation de contact. Nous pensons que les ions Fe^{+++}, à mesure que la valence des anions qui les accompagnent est plus grande, deviennent de moins en moins aptes à former les ions complexes $[Fe(FeO^3H^3)^n]^{+++}$. Les micelles que nous concevons comme des ions complexes de dimensions remarquables, la valeur de n étant très grande, abritent ainsi les molécules d'hydrate contre l'action de HCl qui tend à les ramener à l'état de $FeCl^3$. Si elles ne peuvent se former, le processus d'hydrolyse irréversible est entravé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le déplacement réciproque des groupements hydrocarbonés dans la réaction de Friedel et Crafts.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. A. Haller.

Mes recherches sur les bisazoïques du diphénylméthane (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1222) m'ont conduit à préparer le *p.-p.*-diacétyldiphé-

nylméthane dans le but d'appliquer à son dérivé *o.-o.*-diaminé la réaction décrite antérieurement (*loc. cit.*).

Pour obtenir le *p.-p.*-diacétyldiphénylméthane, j'ai soumis le diphénylméthane en solution sulfocarbonique froide à l'action du chlorure d'acétyle en présence de chlorure d'aluminium. Dans ces conditions, il se forme, en plus d'une petite quantité de produit non déterminé, du *p.-p.*-diacétyldiphénylméthane, du *p.*-monoacétyldiphénylméthane ainsi qu'une quantité importante d'acétophénone. Cette dernière ne peut provenir que d'un déplacement du groupe $C^6H^5 - CH^2$ par le groupe $CH^3 - CO$ sous l'influence du chlorure d'aluminium. Cette réaction singulière ne me semble pas avoir encore été signalée, tout au moins dans des conditions de réaction aussi modérées et à aussi basse température ; je me propose de voir si elle peut être généralisée.

La position des groupements acétylés du diacétyldiphénylméthane a été établie de deux façons différentes :

1° Si l'on abandonne à froid pendant 24 heures un mélange de diacétyldiphénylméthane et d'acide nitrique fumant en présence d'acide sulfurique concentré, on peut isoler de l'acide dinitrodiphénylméthane *p.-p.*-dicarbonique.

2° Si l'on oxyde le diacétyldiphénylméthane par l'hypobromite de soude, on obtient l'acide benzophénone dicarbonique dont l'éther méthylique, fondant à 229°,5, a été identifié avec le benzophénone *p.-p.*-dicarbonate de méthyle.

La constitution du monoacétyldiphénylméthane dont le dérivé nitré fond à 91°,5 n'a pas été déterminée directement; mais, comme aucun dérivé disubstitué isomérique n'a été isolé, le groupe $CH^3 - CO$ ne peut vraisemblablement se trouver aussi qu'en para. Quant à la position du groupement nitré, je me propose de la déterminer prochainement.

Marche de la préparation. — Faire tomber, en 3 à 4 heures et vers 0°, 45g de chlorure d'acétyle dans un mélange bien brassé de 100g de chlorure d'aluminium, 120g de sulfure de carbone sec et 50g de diphénylméthane. On verse le tout ensuite sur la glace, on extrait au benzène qu'on lave à l'acide chlorhydrique puis à l'eau, on sèche sur chlorure de calcium, on chasse le solvant au bain-marie, puis on fractionne dans le vide où l'on recueille successivement sous 9mm de pression :

1° Vers 100°, l'acétophénone ;
2° De 190° à 200°, le monoacétyldiphénylméthane ;
3° De 250° à 270°, le diacétyldiphénylméthane ;
4° De 270° à 320°, une portion qui sera refractionnée et fournira une quantité notable de dérivé diacétylé.

Purification. — On purifie l'acétophénone par distillation sous la pression ordinaire, le mono- et le diacétyldiphénylméthane par cristallisation dans l'alcool.

Monoacétyldiphénylméthane. — Extrêmement soluble dans l'alcool tiède, l'éther et le benzène, moins soluble dans la ligroïne, il fond à 39° et bout à 197°-198° sous 9^{mm} de pression. Formule :

$$C^6H^5 - CH^2 - C^6H^4 - CO - CH^3.$$

Son oxime fond à 99°,5.

Nitroacétyldiphénylméthane $C^{15}H^{13}O^3N$. — La nitration du monoacétyldiphénylméthane se fait dans l'anhydride acétique au moyen d'acide nitrique de densité 1,5 et exempt de vapeurs nitreuses.

Aiguilles fondant à 91°,5 ; solubles dans le benzène, l'alcool tiède et l'éther, peu solubles dans la ligroïne et l'alcool froid.

L'oxime de ce composé fond à 162°.

Aminoacétyldiphénylméthane $C^{15}H^{15}ON$. — On réduit au bain-marie le nitroacétyldiphénylméthane par le chlorure stanneux en solution alcoolique et additionné d'acide chlorhydrique.

Cristaux très solubles dans l'acétone et le benzène, solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther et la ligroïne, et fondant à 135°,5.

Le chlorhydrate de ce produit est très peu soluble dans l'eau froide.

Diacétyldiphénylméthane. — Très soluble dans le benzène et l'alcool chaud, très peu soluble dans la ligroïne et l'éther, il fond à 93° et bout à 259°-260° sous 9^{mm} de pression. Formule :

$$CH^3 - CO - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - CO - CH^3.$$

Son oxime fond à 210°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés réductrices des composés organométalliques.* Note de M. LETELLIER, présentée par M. A. Haller.

Des phénomènes de réduction ont été observés souvent dans l'action des composés organométalliques sur les aldéhydes, les acétones, les éthers-sels.

M. Grignard obtint de l'alcool benzylique et de l'isoamylène dans l'action du bromure d'isoamylmagnésium sur l'aldéhyde benzoïque. Ces réactions sont plus importantes avec le chloral (JOCITSCH, *Soc. chim. russe*, t. XXXVI, 1904, p. 443) et les acétones. MM. Sabatier et Mailhe (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 998) ne recueillent que du benzhydrol et du cyclohexène dans l'action du cyclohexène-magnésium sur la benzophénone.

On a moins d'exemples dans l'action sur les éthers-sels. MM. Guttermann et Maffezoli (*Berichte*, t. XXXVI, 1902, p. 4152) obtiennent de l'aldéhyde toluylique dans l'action du formiate d'éthyle sur le bromure de tolylmagnésium. M. Bouveault constate

que, dans l'action du formiate d'éthyle sur le chlorure d'isobutylmagnésium, il se forme surtout de l'alcool primaire.

Nous avons observé une réduction analogue dans l'action du bromure d'éthylmagnésium sur l'oxypivalate d'éthyle :

$$CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - COOC^2H^5.$$

La réaction a été effectuée par la méthode ordinaire et, en refroidissant à zéro, on obtient une portion assez considérable du glycol prévu par la théorie :

$$CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - C(OH)\begin{cases} CH^2 - CH^3 \\ CH^2 - CH^3, \end{cases}$$

liquide incolore (éb. = 136° sous 21^{mm}), et qui cristallise dans l'éther de pétrole en donnant un solide blanc (fus. = 19°).

On obtient aussi dans cette réaction une portion moins importante d'un composé auquel nous avons attribué la formule

$$CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - CHOH - CH^2 - CH^3;$$

le mécanisme de sa formation étant le suivant :

$$CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - COOC^2H^5 + Mg\begin{cases} C^2H^5 \\ Br \end{cases} = CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - C\begin{cases} OMgBr \\ OC^2H^5, \\ C^2H^5 \end{cases}$$

composé qui devrait donner la cétone :

$$CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - CO - CH^2 - CH^3,$$

mais en présence du composé organo-métallique, il y a réduction, et l'on obtient le glycol :

$$CH^2OH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - CHOH - CH^2 - CH^3,$$

avec dégagement d'éthylène.

Pour vérifier ce fait, nous avons fait la synthèse de ce glycol par une autre méthode : on condense le bromisobutyrate d'éthyle avec l'aldéhyde propylique en présence du zinc par la méthode de Reformatski; on obtient ainsi un éther-alcool :

$$CH^3-CH^2-CHOH-\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}}-COOC^2H^5,$$

liquide (éb. = 98° sous 16^{mm}) qu'on réduit ensuite par le sodium, suivant la méthode de MM. Bouveault et Blanc. Il y a alors formation du glycol supposé. Nous avons alors vérifié les identités des produits obtenus par les deux méthodes (solide blanc, cristallisant dans l'éther absolu : fus. = 59°, éb. = 119° sous 21^{mm}).

L'abaissement de température semble favoriser la réduction, comme nous l'ont montré plusieurs essais. En laissant la température s'élever, on obtient 32 pour 100 de glycol en C^9; en refroidissant dans la glace, 35 pour 100; en opérant dans un mélange de glace et de sel, 60 pour 100. Ces nombres représentent le rapport du poids du glycol en C^9 au poids total du mélange des deux glycols.

Nous les avons ensuite étudiés et caractérisés.

Le premier (en C^9) a été déshydraté par l'acide sulfurique à 20 pour 100, ce qui donne l'alcool non saturé

$$CH^2OH-\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}}-C\begin{matrix}\nearrow CH-CH^3\\ \searrow CH^2-CH^3\end{matrix}$$

(liquide : éb. = 86° sous 21^{mm}), et une petite quantité d'un carbure, sans doute en C^9 (liquide : éb. = 119°).

L'alcool a été caractérisé par son éther acétique (liquide : éb. = 97°-98° sous 21^{mm}) et l'uréthane correspondante (solide blanc : fus. = 63°).

Le second glycol en C^7 n'a pu être déshydraté, ce qui concorde bien avec la présence dans la molécule d'un groupement CHOH; nous l'avons caractérisé par son éther acétique (liquide : éb. = 116° sous 21^{mm}).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Production simultanée des diméthylanthracènes* 1.6 *et* 2.7 *dans l'action de* CH^2Cl^2, *de* $CHCl^3$ *ou de* $C^2H^2Br^4$ *sur le toluène en présence de* $AlCl^3$. Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 135), j'ai annoncé que l'on peut reconnaître, dans 7 des 15 composés décrits jusqu'ici comme

diméthylanthracènes, un même produit, que j'ai constaté être, non pas un corps unique, mais un mélange des deux isomères 1.6 et 2.7, dont j'ai établi la constitution. Mais une question vient à l'esprit : quelles peuvent être les causes qui font apparaître si souvent, parmi les diméthylanthracènes connus, l'association privilégiée de ces deux isomères, dans sept réactions d'apparence pourtant si différente? Pour y répondre, j'examinerai successivement chacune d'elles. Ici je m'occuperai des trois premières.

I. *Action de* CH^2Cl^2 *et de* $AlCl^3$ *sur le toluène* (Friedel et Crafts, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. II, p. 265). — La formation privilégiée des isomères 1.6 et 2.7 découle ici de la théorie suivante, que j'ai déjà exposée (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 687), et que je reprends rapidement pour mémoire. Il se forme dans une première phase du ditolylméthane. Plusieurs isomères prennent naissance, mais l'étude de ce produit m'a montré que seuls les dérivés symétriques para-para et surtout méta-méta se forment en quantité, avec une trace de dérivé méta-para, trop faible pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte. Ce ditolylméthane $CH^3-C^6H^4-CH^2-C^6H^4-CH^3$, sous l'influence d'une nouvelle molécule de CH^2Cl^2, qui se fixe en ortho, c'est-à-dire par α ou β avec 1 ou 2 du schéma suivant, se transforme en dihydrure de diméthylanthracène :

$CH^3-C^6H^3(\alpha,\beta)-CH^2-C^6H^3(1,2)-CH^3$ + Cl.CH².Cl donne par exemple : $CH^3-C^6H^3<\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^2}{CH^2}>C^6H^3-CH^3$.

Celui-ci, agissant comme réducteur sur une portion de CH^2Cl^2, perd H^2 et donne enfin le diméthylanthracène. En examinant ainsi tous les cas possibles, on voit que l'ortho-ortho ditolylméthane pourrait donner le diméthylanthracène 1.8, le para-para fournira le 2.7, et le méta-méta, soit seul, soit mélangé de ses deux isomères, pourra produire les carbures 1.8, 2.7 et 1.6. Les trois sont possibles, mais ils ne sont pas forcés. Or le dérivé 1.8, si toutefois il se forme, ne le fait qu'en très petite quantité. Il reste dans les liqueurs mères, de sorte que ce que l'on isole doit être le mélange des isomères 1.6 et 2.7. Il en est bien ainsi dans la réalité.

II. *Action de* $CHCl^3$ *et de* $AlCl^3$ *sur le toluène* (Elbs et Wittich, *Ber. d. ch. G.*, t. XVIII, p. 348). — Elbs et Wittich ont montré qu'en présence de CS^2 surtout, il se forme principalement un diméthylanthracène avec du tri- et même du ditolylméthane. J'estime avec les auteurs que la produc-

tion de carbures anthracéniques est due à une réaction tout à fait semblable à la précédente, toluène et CH^2Cl^2. La théorie en serait, à mon sens, la suivante. C'est, au fond, celle émise par Elbs et Wittich, mais que j'ai complétée et développée, d'après mes recherches personnelles, de façon à montrer la nature des isomères formés. $CHCl^3$ perd successivement ses atomes de chlore et les remplace par des groupes tolyles. On arrive bientôt au corps intermédiaire ditolylchlorométhane $CH^3 - C^6H^4 - CHCl - C^6H^4 - CH^3$, comme, dans la réaction I, CH^2Cl^2 avait donné du ditolylméthane. Ce dernier était formé presque exclusivement des isomères symétriques. Admettons momentanément, par raison d'analogie aussi bien que de symétrie, qu'il en soit ici de même du ditolylchlorométhane. C'est d'ailleurs vraisemblable. Celui-ci peut, par la suite, agir de deux façons : 1° remplacer l'atome de chlore qui lui reste par le groupe tolyle, d'où formation de tritolylméthane, que $AlCl^3$ pourra partiellement décomposer, en donnant du ditolylméthane, à la façon connue; 2° il peut réagir sur une deuxième molécule de $CHCl^3$, comme précédemment le ditolylméthane sur CH^2Cl^2, et cela d'après le schéma suivant :

Cl
CH^3 — (α, β) — CH — (1, 2) — CH^3
Cl.CH.Cl
Cl

en donnant un dichlorure anthracénique :

CH^3 — — CH Cl — — CH^3.
— CH Cl —

Le dichlorure de diméthylanthracène formé perdra Cl^2, comme, dans la réaction I, le dihydrure perdait H^2, et l'on obtiendra le diméthylanthracène lui-même. D'après Elbs et Wittich, l'action chlorurante se porte sur le toluène, mais je croirais plus encore sur CS^2, puisque sa présence favorise la formation du diméthylanthracène.

Si l'on reprend les raisonnements indiqués à la réaction précédente, en les appliquant à des ditolylchlorométhanes symétriques et examinant tous les cas possibles de soudure par α ou β avec 1 ou 2 du schéma, on voit la seule possibilité des isomères 1.8, 1.6 et 2.7. Le dérivé 1.8 possible ici comme dans la réaction I ne s'y formera sans doute pas davantage, par raison d'analogie; s'il en est ainsi, le produit principal sera encore le mélange des diméthylanthracènes 1.6 et 2.7, fusible à 225°, dont l'oxydation fournit un mélange de quinones fondant vers 160°-165°. Le corps décrit par Elbs et Wittich fondait à 215°-216°, sa quinone à 162°. Guidé par les idées théoriques précédentes, qui découlaient de mes recherches sur la réac-

tion I, et par ces chiffres, je pensai tout de suite que le corps décrit devait être mon mélange des isomères 1.6 et 2.7, souillé de quelque impureté qui en abaissait le point de fusion. Celle-ci aurait disparu dans la préparation de la quinone, obtenue pure par conséquent.

J'ai fait le produit et j'ai constaté que certaines portions, souillées de β-méthylanthracène, que j'ai retrouvé ici, comme dans les réactions I et III, fondent en effet vers 215°. Le produit mieux purifié, par cristallisation dans le toluène, fond à 225°, et se laisse dédoubler, par la méthode que j'ai décrite, en diméthylanthracènes 1.6 et 2.7.

J'ai constaté, à la fin de cette réaction, la formation d'un peu de H^2S. Il provient de l'attaque partielle de CS^2 pur, exempt de soufre, par $AlCl^3$, en présence de toluène exempt de thiotolène, à l'ébullition, avec ou sans $CHCl^3$. On n'a pas, que je sache, signalé ce fait dans les réactions effectuées par $AlCl^3$, en présence de CS^2.

III. *Action de* $C^2H^2Br^4$ *et de* $AlCl^3$ *sur le toluène* (Anschutz, *Lieb. An.*, t. CCXXXV, p. 172). — J'ai décrit l'étude que j'ai faite de cette réaction (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 204). Je vais maintenant montrer que la formation privilégiée des isomères 1.6 et 2.7 peut ici encore s'expliquer par un mécanisme simple. Il suffit d'admettre que le départ graduel des atomes de brome doit donner d'abord des produits intermédiaires, en particulier des dibromoditolyléthanes du type suivant :

CH^3 — (α, β) — CH — (1, 2) — CH^3.
CH
Br Br

La raison de symétrie porte à penser que, parmi ces corps, les dérivés où les CH^3 sont symétriques domineront, comme pour les ditolylméthanes de la réaction I. N'envisageons que ceux-là; il en est trois, ortho-ortho, méta-méta, para-para. Pour se transformer en diméthylanthracènes, ils devront perdre 2HBr, sous l'influence de $AlCl^3$, ce qui amènera la soudure en α ou β, avec 1 ou 2, du résidu CH. De là, en examinant tous les cas, trois isomères possibles seulement, 1.8, 1.6 et 2.7. Ici encore le dérivé 1.8, comme dans les réactions I et II, n'est pas susceptible d'être formé abondamment, ou du moins d'être isolé, puisqu'on recueille seulement le mélange des diméthylanthracènes 1.6 et 2.7. Telle doit être, je crois, la genèse de ces carbures.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de* Tetranthera polyantha *var.* citrata *Nees.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. A. Haller.

Le *Tetranthera polyantha* var. *citrata* Nees est un arbre de la famille des Lauracées. On rencontre des essences dans l'écorce, dans les feuilles et dans les fruits. Ces produits ont déjà été l'objet d'un examen sommaire ainsi que nous allons l'indiquer, mais aucune détermination quantitative de leurs constituants n'avait encore été faite et, aussi bien, la nature de ces constituants n'avait, pour la plupart d'entre eux, été indiquée que d'une façon probable mais non certaine. Nous avons eu l'occasion d'examiner des échantillons adressés de l'archipel malais par M. le Dr Carthaus et nous allons faire connaître les principaux résultats que nous avons obtenus.

Essence de l'écorce. — Une portion aldéhydique avait été extraite de cette essence et transformée en dérivé de l'acide naphtocinchoninique. Du point de fusion, compris entre 220° et 225°, de ce dérivé il avait été déduit qu'il s'agissait probablement d'un mélange de citral et de citronnellal (Schimmel, *Bull.*, avril 1905, p. 87).

L'échantillon que nous avons examiné possédait les caractères suivants :

$$\alpha_D (l = 100^{mm}) = +2?^\circ 30';$$

densité à 15°, 0,8673; coefficient de saponification après acétylation, 252,3; proportion d'alcool $C^{10}H^{18}O$ correspondant au nombre précédent, 85,5 pour 100 (ce nombre correspond non seulement aux alcools, mais aussi au citronnellal qui s'acétyle quantitativement).

50g d'essence ont été agités avec une solution très étendue de sulfite neutre de sodium et de bicarbonate de sodium en vue de l'extraction du citral. Le poids de la portion non combinée a été de 46g (proportion de *citral,* calculée par différence : 8 pour 100).

Nous avons traité le résidu, en vue de l'extraction du citronnellal, à l'aide du sulfite neutre de sodium et du bicarbonate de sodium en solution peu étendue. Le poids de la portion non combinée a été de 36g (proportion de *citronnellal,* calculée par différence : 20 pour 100). De la solution sulfitique nous avons régénéré 2g de produit possédant bien les caractères du *citronnellal.*

Déduction faite du nombre correspondant au citronnellal, le coefficient de saponification, après acétylation, indique la présence d'un principe alcoolique. Aussi bien, le dosage des alcools effectué sur la portion non alcoolique a montré que l'essence primitive contenait 56,5 pour 100 d'alcool exprimé en $C^{10}H^{18}O$. Cette essence primitive renfermait 2,4 pour 100 d'éther calculé $CH^3 - COO\,C^{10}H^{17}$.

L'alcool se combine à l'anhydride phtalique et paraît identique au géraniol.

En résumé, l'essence d'écorce de *Tetranthera polyantha* var. *citrata* Nees contient : *citral*, 8 pour 100; *citronnellal*, 20 pour 100; un alcool (géraniol ?), 56,5 pour 100; des éthers, 2,4 pour 100.

Essence des feuilles. — Le travail antérieur déjà mentionné indique que cette essence semble ne contenir, en fait d'aldéhydes, que du citral dans la proportion de 30 pour 100, et que, dans les portions non aldéhydiques, le cinéol a été identifié à l'aide de sa combinaison avec l'iodol.

Voici les caractères de notre essence : $\alpha_D(l = 100^{mm}) = -12^\circ 30'$; densité à 15°, 0,9013; coefficient de saponification après acétylation, 104,7.

Traitant 50g d'essence en vue de l'extraction du *citral*, nous avons obtenu 47g de partie non combinée et régénéré 1g d'aldéhyde.

La proportion des produits alcooliques s'élève à 31,3 pour 100 (cette fraction paraît constituée par du géraniol).

La partie du produit non aldéhydique bouillant entre 165° et 185° (29g, soit 58 pour 100) contient 36,5 pour 100 de *cinéol*, identifié par sa combinaison avec l'iodol (point de fusion, 112°). On en déduit que l'essence primitive renfermait 21,2 pour 100 de cinéol.

Donc, l'essence de feuilles de *Tetranthera polyantha* var. *citrata* contient : *citral*, 6 pour 100; *cinéol*, 21,2 pour 100; principe alcoolique (géraniol ?), 31,3 pour 100.

Essence des fruits. — Elle renferme, d'après MM. Gildemeister et Hoffmann (*Les huiles essentielles*, p. 480), en même temps que des terpènes non déterminés, une fraction importante formée de citral.

Le produit que nous avons étudié possédait les caractères suivants :

$$\alpha_D(l = 100^{mm}) = +12^\circ 44';$$

densité à 15°, 0,8872; coefficient de saponification après acétylation, 172,5.

L'opération de l'extraction du citral, pratiquée sur 50g d'essence, nous a fourni 21g,3 d'aldéhyde (que nous avons identifiée) et 22g,7 de portion non combinée (citral calculé par différence : 54,6 pour 100).

Le traitement en vue de l'extraction du citronnellal a donné des résultats négatifs en ce qui concerne cette aldéhyde; mais il a conduit à la séparation d'une petite quantité de produit qui a été reconnu identique au citral. La proportion totale de ce principe a été ainsi portée à 64 pour 100.

La portion non aldéhydique, 18g, contient 53,9 pour 100 d'alcool (probablement du géraniol) et 5,6 pour 100 d'éthers.

Ces résultats montrent que l'essence primitive était ainsi composée : *citral*, 64 pour 100; un alcool (géraniol ?), 19,4 pour 100; éther, 2 pour 100.

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence supposée de diamants microscopiques dans un fond marin et dans un échantillon de terre végétale.* Note de M. J. **THOULET**.

Il y a quelques mois, je me suis livré à l'analyse d'un fond marin récolté en 1895 par moi-même à bord du *Caudan* dans le golfe de Gascogne (lat. 46°50′ N., long. 7°31′ W. P., prof. 500^{m}).

Après avoir analysé mécaniquement ce fond qui était une vase sableuse médiocrement calcaire, je le traitai par l'acide chlorhydrique étendu; le résidu sableux obtenu par lévigation et tamisage fut séparé en deux portions par passage à une liqueur d'iodures de densité 2,8 et chacune des deux parties restantes en deux autres portions, l'une attirable, la seconde non attirable, au moyen d'un électro-aimant actionné par un courant d'une intensité de 2,3 ampères.

La portion lourde non attirable contenait des grains transparents, isotropes, doués d'un indice de réfraction assez élevé, indiqué par leur relief sous le microscope. Plusieurs d'entre eux portaient en outre des traces de cristallisation cubique sous forme de marques ou lamelles en carrés ou en triangles. Incapable de diagnostiquer ce minéral que je n'avais jamais remarqué auparavant, je le laissai momentanément de côté dans le dessein de l'examiner de nouveau. La dimension réelle moyenne de ces grains était d'environ 0^{mm},225 à 0^{mm},600.

L'été dernier, voulant étudier la constitution de sols continentaux, je recueillis un échantillon de terre végétale à la surface du sol, dans un sentier conduisant à Liverdun par la forêt de Haye, sur le plateau découvert qui s'élève au-dessus du faubourg de Maxéville, près de Nancy, non loin de la ferme de Saint-Jacques.

Je traitai cet échantillon selon la méthode d'analyse que j'emploie ordinairement et consistant essentiellement, pour l'obtention des grains minéraux, en un traitement par l'acide chlorhydrique étendu, lévigation, tamisage, passage à la liqueur d'iodures de densité 2,8. Craignant une perte de matière, je n'osai le soumettre à l'électro-aimant qui, à 2,3 ampères, attire même le mica blanc. D'ailleurs la plupart des minéraux lourds attirables sont colorés et facilement reconnaissables.

Cette fois encore, je recueillis un minéral, possédant les caractères de celui précédemment trouvé dans la mer, en grains de 0^{mm},300 à 0^{mm},375.

Dans le but de me procurer une plus grande quantité de ce minéral, je recommençai l'analyse, non pas du même fond marin dont il ne me restait rien, mais d'un fond

assez voisin, également récolté à bord du *Caudan* par lat. 44°47′ N., long. 5°7′ W. P., prof. 2200^m. Je me rendis ensuite sur le plateau de Maxéville et je pris de la terre au même endroit que la première fois. Les deux analyses furent infructueuses : je retrouvai les mêmes minéraux, sauf celui que je recherchais.

Les trois minéraux répondant aux caractères du minéral inconnu sont le grenat, le spinelle et le diamant. Le premier et le second offrent un aspect particulier bien reconnaissable pour quiconque possède quelque habitude d'observer des grains microscopiques. Il ne resterait donc qu'à supposer qu'il s'agit dans cette circonstance de diamant ou boart dont l'origine ne pourrait alors être que cosmique.

S'il en était ainsi, on s'expliquerait l'insuccès de mes secondes analyses. La rencontre du diamant, si le minéral est réellement du diamant, serait alors le résultat d'un heureux hasard. J'ajoute que des grains de boart, appartenant à la collection de l'École des Mines, que j'ai examinés, me paraissent ressembler au minéral inconnu. Mais si le manque de matière (à peine quelques centièmes de milligramme) m'empêche de formuler une affirmation plus nette, comme la découverte encore inconnue du diamant microscopique serait d'un très haut intérêt, je me décide à appeler sur les faits qui viennent d'être exposés l'attention des minéralogistes.

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude des roches alcalines du Centre africain*. Note de MM. L. **Gentil** et **Freydenberg**, présentée par M. A. Lacroix.

Les importants matériaux rapportés par le chef de la mission saharienne, M. Foureau, étudiés par l'un de nous, ont montré qu'il existe dans le Centre africain une province pétrographique caractérisée par des roches riches en alcalis.

Les documents recueillis par d'autres missions (Destenave, Lenfant, Moll, Chudeau) ont permis de se faire une idée de l'extension de cette province à l'ouest et au sud du Tchad.

La participation de l'un de nous à la relève du Corps d'occupation du Chari-Tchad lui a donné l'occasion de rapporter de nouveaux documents qui, tout en confirmant vers l'ouest les données acquises, mettent en évidence vers l'est l'extension des roches alcalines qui nous occupent ; et il est intéressant de faire remarquer de suite que nous pouvons déjà confirmer l'intérêt tout particulier que présente la constitution minéralogique de la

région située à l'est du Tchad, sur laquelle M. A. Lacroix a, dans sa Note *Sur les microgranites alcalins de Gouré,* appelé l'attention des explorateurs.

Nous rappellerons que la région du Tchad, le Manga, le Kanem, le Baguirmi, le Sokoro et le Bornou offrent une constitution géologique très simple. D'immenses étendues d'alluvions quaternaires, souvent recouvertes en partie de sables d'origine éolienne, laissent, de loin en loin, pointer des pitons rocheux qui peuvent nous éclairer sur la nature du substratum cristallin du Centre africain. La rareté de ces pointements nous a incités à les explorer avec soin tout le long de l'itinéraire.

Nous distinguerons principalement dans cette Note deux régions : celle du Sokoro et celle de Zinder.

Région du Sokoro. — Dans le Sokoro, les pointements rocheux sont plus nombreux que partout ailleurs ; certains d'entre eux, comme à Melfi, atteignent 200^{m} d'altitude au-dessus du niveau de la plaine. Ces pointements sont formés de *syénites à amphiboles sodiques.*

Ces roches, franchement grenues, sont formées de cristaux d'amphibole, disséminés dans une masse de feldspaths blancs ou rougeâtres avec de rares petits cristaux de quartz.

Le microscope montre : de l'*apatite* en petites baguettes et du *sphène* rares ; de la *magnétite* et du *zircon* assez fréquents, ce dernier parfois en cristaux de grosseur notable ; des *amphiboles sodiques* vertes assez dispersives, tachetées de bleu foncé (passage à la *riebeckite*). Ces minéraux sont accompagnés parfois de *diallage* et de *biotite;* la *muscovite* est rare.

Les feldspaths qui forment la plus grande partie de la roche sont représentés par l'*orthose,* le *microcline* et l'*anorthose,* parfois faculés d'*albite* ou traversés par des filonnets de ce dernier feldspath. Le *quartz* est rare en cristaux libres; par contre il forme parfois de fines bordures autour des cristaux d'orthose, ou bien il se montre vermiculé ou en grains pœcilitiques dans l'anorthose et le microcline; certains pitons présentent des roches plus quartzifères passant à des granites.

Région de Zinder. — Les pointements rocheux qui émergent, soit d'alluvions quaternaires, soit de sédiments crétacés ou tertiaires, comprennent, entre Dan Béda et Gouré, sur un espace de 130^{km} environ, des *granites,* des *microgranites* et des *rhyolites alcalines,* ou encore des *trachytes alcalins* très décomposés.

La composition du granite de Dan Béda se rapproche de celle du granite à riebeckite de Zinder, bien que l'amphibole sodique n'en soit pas la même; il offre des types pegmatoïdes possédant parfois la structure graphique; ces roches sont accompagnées de granite à deux micas et à microcline.

Les rhyolites de Gabana (point situé à 30^{km} à l'ouest de Gouré) sont malheureusement très décomposées, mais un échantillon nous a permis d'y trouver une roche analogue à celle de Hadjar el Khemis avec les mêmes variétés de structure de la pâte microlitique; seuls les phénocristaux d'orthose paraissent faire défaut; quant aux silicates ferrugineux, ils sont complètement décomposés.

Si l'on rapproche de ces granites et de ces rhyolites alcalines les microgranites de Gouré et les trachytes alcalins décomposés de Zinder, on voit que la région comprise entre Dan Béda, Zinder et Gouré offre toutes les variétés de structures de roches d'un même groupe, et les explorations de l'un de nous lui ont permis d'observer leur superposition entre Gabana et Gouré.

Il nous a paru intéressant, étant donnés les documents actuellement acquis sur la province pétrographique du Tchad, de faire un rapprochement entre les diverses roches qu'on y rencontre, et, à ce point de vue, nous avons prié M. Pisani de faire l'analyse du *granite à riebeckite* de Zinder (a), de la *rhyolite à riebeckite et ægyrine* de Hadjar el Khemis (c) et de la *syénite à amphiboles sodiques* de Melfi (d), dont nous donnons les résultats à comparer avec la composition du microgranite alcalin de Gouré (b).

	(a).	(b).	(c).	(d).
SiO^2	73,55	75,25	71,95	61,60
TiO^2	0,18	0,19	0,42	0,79
Al^2O^3	12,20	11,60	11,95	17,11
Fe^2O^3	2,75	0,78	4,08	3,09
FeO	0,26	3,00	0,53	0,54
CaO	1,08	0,70	0,42	3,25
MgO	0,90	0,39	0,99	1,04
K^2O	4,90	4,20	4,79	6,11
Na^2O	3,74	3,98	4,51	5,35
Perte au feu	0,63	»	0,75	0,63
P^2O^5	»	»	»	0,06
Total	100,15	100,09	100,39	99,57

Les trois premières de ces analyses montrent la parenté extrême, au point de vue magmatique, des granites de Zinder, des microgranites de Gouré et des rhyolites de Hadjar el Khemis et la grande richesse en alcalis, avec prédominance de la potasse sur la soude. Ces roches doivent donc bien être considérées, ainsi que l'avait pressenti M. A. Lacroix, comme représentant les types de profondeur, de demi-profondeur et de surface d'un seul et même magma *alcalino-granitique*.

Quant à la syénite alcaline de Melfi, elle appartient à un magma différent, *alcalino-syénitique*, mais offrant une parenté déjà grande avec le premier, malgré sa teneur plus faible en silice et sa richesse plus grande en magnésie et en chaux. Ce magma est aussi caractérisé par une grande richesse en alcalis, parmi lesquels domine la potasse.

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur l'anatomie et les affinités des Malpighiacées de Madagascar.* Note de MM. **Marcel Dubard** et **Paul Dop**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note l'un de nous mettait en évidence certaines affinités des Malpighiacées de Madagascar avec des formes américaines de la même famille [1]; depuis lors, les recherches que nous avons poursuivies sur l'anatomie et la morphologie de ces plantes nous ont permis de mieux comprendre les relations des divers genres de la flore malgache, de rectifier certains points de la classification admise et de préciser les affinités avec les types américains.

Si nous laissons de côté le genre très spécial et très homogène *Tristellateia*, sur lequel nous aurons l'occasion de revenir, les Malpighiacées de Madagascar, décrites ou figurées jusqu'à ce jour, sont rapportées à un petit nombre de genres, de la manière suivante :

Aspidoptéridinées :
- *Microsteira*, genre spécial à Madagascar (1 espèce);
- *Triaspis*, Afrique tropicale et Madagascar (4 espèces).

Sphédamnocarpinées :
- *Sphedamnocarpus*, Afrique et Madagascar (1 espèce);
- *Acridocarpus*, Pacifique, Afrique et Madagascar (4 espèces).

1 genre de place incertaine, *Philgamia*, Madagascar (1 espèce).

L'étude des formes malgaches nous amène à modifier ainsi qu'il suit le

---

(1) M. Dubard, *Sur les affinités des Malpighiacées de Madagascar, à propos du genre nouveau* Tricomariopsis (*Comptes rendus*, 9 décembre 1907).

Tableau précédent :

Aspidoptéridinées : { *Microsteira*, 5 espèces, dont une détachée du g. *Acridocarpus ;* une autre du g. *Triaspis* et 2 nouvelles ; *Triaspis*, 2 espèces.

Sphédamnocarpinées. — *Acridocarpus*, 3 espèces.

Banistériinées : { *Banisterioides*, genre nouveau avec une espèce qui est l'ancien *Sphedamnocarpus ;* *Tricomariopsis*, genre nouveau ([1]), 1 espèce ; *Philgamia*, 1 espèce ; *Cottsia*, 1 espèce.

Nous exposerons dans un Mémoire détaillé les raisons qui nous ont fait modifier ainsi la classification admise ; mais nous voulons dès aujourd'hui mettre en évidence les affinités nettement américaines qui ressortent du Tableau précédent, par l'inscription de quatre genres dans le groupe des Banistériinées, considéré jusqu'à présent comme exclusivement américain. Ne possédant malheureusement pas les fruits de la plupart de ces plantes, il nous est impossible de placer chaque genre dans la clef des genres de la tribu, d'une manière absolument précise ; mais les caractères floraux nous permettent de rapprocher des *Banisteria* les genres *Banisterioides* et *Philgamia*, de considérer les *Tricomariopsis* comme intermédiaires entre les *Banistériées vraies* et les *Tricomariées*, enfin de ranger les *Cottsia* au voisinage des *Janusia* et des *Aspicarpa*.

Ces affinités indéniables avec des genres sud-américains, constatées sur des formes bien spéciales à Madagascar, ne nous autorisent cependant pas à admettre la spontanéité de l'*Echinopteris Lappula* (espèce mexicaine) et du *Galphimia linifolia* (espèce du Texas et de Californie) que Scott-Elliott a récoltés dans la Grande-Ile ; la question ne peut être actuellement tranchée.

Quoi qu'il en soit l'ensemble des *Banistériinées* malgaches présente au point de vue anatomique un certain nombre de caractères communs, qui viennent souligner leurs affinités avec les formes américaines.

Le parenchyme foliaire est bifacial avec tendance assez nette à la disposition en palissade de l'assise inférieure du tissu lacuneux ; le milieu du limbe est occupé par deux ou trois assises de tissu lacuneux normal. L'appareil aquifère est construit sur le

---

([1]) Dubard, *loc. cit.*

type décrit par Niedenzu pour l'espèce américaine *Banisteria parviflora;* il comprend des massifs de cellules volumineuses placées sous les deux épidermes et accompagnant les nervures. La nervure principale et le pétiole sont dépourvus d'appareil de soutien; enfin le tissu palissadique renferme des cristaux allongés, qui rappellent les styloïdes des *Peixotoa* américains.

Chez les *Acridocarpus,* le parenchyme est constamment bifacial avec tissu palissadique occupant le tiers ou le quart de l'épaisseur du limbe, suivant les espèces. Le tissu aquifère est constitué par un hypoderme placé sous l'épiderme supérieur et localisé au voisinage des nervures. Le plus souvent, l'arc libéroligneux de la nervure principale et du pétiole est enveloppé sur ses deux faces de fibres sclérifiées.

Chez les *Microsteira,* le parenchyme de la feuille est parfois nettement centrique; mais, dans tous les cas, il y a des palissades du côté inférieur de la feuille; la partie moyenne du limbe est constamment occupée par deux assises de grosses cellules sphériques, formant un tissu aquifère interne. Le pétiole et la nervure principale sont dépourvus d'appareil de soutien.

Enfin, chez les *Triaspis,* le limbe est à peu près centrique; mais, sur les deux faces, le tissu palissadique est peu épais. La majeure partie de l'épaisseur du limbe est formée de six à sept assises de cellules, avec alternance d'une assise à la suivante de gros et petits éléments (tissu lacuneux et tissu aquifère interne). La nervure principale est munie de fibres sur la face convexe de l'arc libéroligneux.

En résumé : 1° Les Malpighiacées de Madagascar présentent des affinités surtout africaines par les genres *Microsteira, Triaspis, Acridocarpus;* mais un certain nombre de formes constituant quatre genres nouveaux ou peu connus viennent se ranger dans un groupe nettement américain et se rapprochent de divers genres de l'Amérique du Sud.

2° La structure anatomique confirme pleinement les données morphologiques et souligne, en particulier, les affinités américaines; c'est en considérant surtout cette structure que nous avons pu trancher un certain nombre de cas douteux et modifier profondément la classification des espèces malgaches.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la formation de la notocorde chez les larves urodèles des Tuniciers.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai étudié ce développement sur des larves d'*Ascidia mentula* L. Ce travail a été fait au laboratoire Arago (de Banyuls), où j'ai pu obtenir une quantité suffisante de ces Ascidies, assez rares partout.

La notocorde, chez l'embryon venant d'éclore, s'étend dans la queue entière, dont elle occupe l'axe; son extrémité antérieure pénètre de peu dans le tronc, où elle repose

directement sur la face dorsale de l'extrémité postérieure de l'ébauche branchio-intestinale. Au-dessus d'elle, et sur toute sa longueur, se place le neuraxe; au-dessous se dispose une file de cellules, parfois discontinue, répondant au cordon endodermique des auteurs; sur ses deux faces se rangent les éléments musculaires, dont le nombre à chaque niveau, sur les coupes transversales, est de six, trois d'un côté, trois de l'autre. La notocorde elle-même se compose d'une seule série de cellules vacuolaires. Sa structure et ses connexions s'accordent donc avec le type habituel.

Dans une phase quelque peu moins avancée, et antérieure à l'éclosion, cette structure et ces connexions se montrent déjà; seulement, le cordon endodermique est continu. Ce cordon constitue, sous la notocorde, une rangée de cellules qui accompagne exactement cette dernière, dans la queue entière. Cette disposition s'accentue encore mieux dans une autre phase plus précoce. L'ébauche de la queue est alors plus courte que l'ébauche du tronc; les éléments notocordaux, nullement vaçuolisés, sont plus petits; les cellules du cordon endodermique sont relativement plus fortes que par la suite. La queue contient ainsi, suivant son plan médio-vertical, et sous le rudiment neuraxile, deux bandelettes cellulaires, parallèles et juxtaposées, peu dissemblables, également continues et contiguës, l'une qui sera la notocorde, l'autre qui équivaut au cordon endodermique. Sur les côtés de ce plan médian se placent les myoblastes, qui, à cette époque, ne diffèrent des éléments du cordon que par leurs dimensions un peu plus fortes et par leur forme en hexagone allongé.

Si l'on va progressivement, phase par phase, jusqu'aux moments qui suivent la gastrulation, on voit ces deux bandelettes, devenues plus courtes de beaucoup, s'unir également à l'extrémité postérieure de l'ébauche branchio-intestinale, et se séparer quelque peu dans le plan médio-vertical de manière à laisser entre elles un faible interstice. Ce dernier, surtout appréciable en avant, s'élargit quelque peu et s'unit à la cavité entérique. En outre, les rudiments des myoblastes, toujours latéraux et symétriques, composent deux groupes cellulaires, où l'on discerne une fente étroite, qui se joint aussi à la cavité de l'archenteron. Ces deux groupes ont ainsi, comme Ed. Van Beneden et Julin l'ont démontré dans leurs recherches classiques, une valeur entérocœlienne.

Je fais cette description en remontant la suite normale des phases, afin de l'appuyer sur des connexions nettement affirmées dans l'organisme des larves urodèles. J'aboutis à ce résultat que, après la gastrulation, l'ébauche entérique produit, dans sa partie postérieure (ou inférieure, suivant les deux orientations choisies d'habitude), trois diverticules entérocœliens, l'un impair et médian, les deux autres latéraux. Ceux-ci engendrent la musculature. Le premier donne la notocorde par sa face dorsale et ses côtés, le cordon endodermique par sa face ventrale. La notocorde des Tuniciers se doit donc considérer comme une production latéro-dorsale d'un diverticule entérocœlien impair, dont le cordon endodermique représente la part ventrale. Ce dernier, par conséquent, ne saurait s'homologuer avec un intestin rudimentaire, ainsi qu'on le fait ordinairement. Même en admettant que ce

diverticule impair eût une telle signification d'ébauche intestinale réduite, on ne pourrait accorder à l'une de ses parties la valeur qu'il est seul à tenir en son entier. De son côté, la notocorde, prise à son extrême début, ne s'offre point comme organe spécialisé, mais seulement comme paroi partielle d'un appareil qui, à tout considérer, possède l'aspect et l'allure d'un cæcum médian de l'intestin primitif.

ANATOMIE. — *Mécanisme des variations de la taille et de quelques déviations pathologiques expliquées par les insertions véritables du grand surtout ligamenteux antérieur.* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Lannelongue.

En 1725, l'abbé de Fontenu, de l'Académie royale des belles-lettres, présentait une Note à l'Académie des Sciences « sur les accroissements et décroissements alternatifs du corps humain ». Déjà, en Angleterre, quelques savants s'étaient occupés de cette question intéressante; mais les recherches de Fontenu l'ont éclairée d'un nouveau jour, grâce aux longues et patientes recherches de cet érudit expérimentateur. Depuis, d'autres auteurs ont repris l'étude du même problème, entre autres Henle, Hyrtl, Merkel, et ils ont confirmé les conclusions de Fontenu, dont voici quelques-unes :

1° La taille diminue pendant la veille, grandit dans le sommeil;

2° L'accroissement et le décroissement ont des termes égaux à peu près fixes;

3° Le mécanisme en est l'affaissement des vertèbres, etc.

C'est ce mécanisme que je me propose d'étudier dans cette Note. La colonne vertébrale est un arc à plusieurs courbures, constitué par les vertèbres, corps rigides, et par les disques intervertébraux d'une consistance demi-solide et sujets à des variations de forme et d'épaisseur. En conséquence, le tassement de la colonne à la suite de la station verticale, et surtout du port de fardeaux, est le résultat de l'aplatissement des disques, cartilages intervertébraux. Ce fait est accepté par tout le monde, mais le mécanisme intime du phénomène reste inexpliqué.

On lit dans le plus moderne des Traités d'Anatomie le passage suivant : « Le ligament (vertébral antérieur commun) nivelle la face antérieure de la colonne vertébrale, sillonnée transversalement par les gouttières des corps vertébraux alternant avec les saillies des ménisques. Si l'on décolle le ligament par traction, ce qui est possible, on arrache en même temps le périoste des corps vertébraux intimement confondu avec le ligament : on constate que l'adhérence, très forte au niveau des vertèbres, est faible

sur les disques, contrairement à ce qu'a dit Cruveilhier. » (POIRIER, *Traité d'Anatomie*, t. I, p. 797.)

C'est une erreur de croire que le ligament vertébral commun antérieur s'insère directement sur la gouttière du corps vertébral; il ne s'y attache que très lâchement et par l'intermédiaire d'un tissu cellulaire assez abondant qui sépare le ligament de l'os. Le fait a été vu et représenté dans une figure de Cruveilhier empruntée à Henle. Il ne pouvait pas en être autrement en présence de ces gros trous de la face antérieure du corps vertébral qui donnent passage aux vaisseaux importants et surtout aux grosses veines du rachis. Ces derniers seraient comprimés dans les mouvements de l'arc rachidien, à défaut de ce coussinet remplissant l'espace ostéoligamenteux.

Quant à l'insertion du même ligament au niveau du ménisque, je suis d'accord avec Poirier et je trouve que l'attache est également très faible. Le ligament vertébral commun antérieur ne s'attache qu'aux bords supérieur et inférieur du corps vertébral. Cette insertion est très forte et s'accentue par l'envoi des fibres de Scharpey dans l'os. Voilà le résultat de mes dissections et qui pourra peut-être donner une solution à la question des variations de la taille et de quelques déformations pathologiques.

En effet, dans le cas de tassement vertébral à la suite d'une station debout, d'une marche prolongée, ainsi que les recrues récalcitrantes le font quelquefois, du port d'une charge, etc., le disque intervertébral, bridé en arrière par le ligament vertébral commun postérieur qui s'y attache intimement, est forcé de faire hernie en avant où manque une insertion solide du ligament correspondant, par la chasse de la substance gélatineuse centrale en avant, ainsi que Monro l'avait prévu.

La pièce osseuse que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie montre que, dans un mouvement de flexion, les corps vertébraux se rapprochent en avant, tandis qu'ils s'éloignent en arrière. En réalité, cet exemple prouve que, dans le tassement de la colonne, il n'y a que la partie antérieure qui est comprimée, par suite du manque d'adhérence ligamenteuse. La partie postérieure reste à peu près normale.

Ces considérations anatomiques sont susceptibles, à mon sens, d'expliquer le mécanisme de la variation de la taille dans la même journée, aussi bien que pour comprendre comment, dans quelques états pathologiques, on constate toujours la même déviation. Il suffit d'examiner à ce but la courbure dans le mal de Pott, telle qu'on le voit dans les belles pièces de notre maître M. Lannelongue exposées au Musée Dupuytren. Dès que la lésion tuberculeuse est constituée et que la fonte est réalisée, les deux fragments antérieurs s'effondrent par le tassement, n'étant pas soutenus sur toute la

hauteur du corps vertébral, tandis que la portion postérieure des mêmes os fait une saillie en arrière, suite de l'affaissement de la partie antérieure.

Les mêmes faits anatomiques nous permettront d'interpréter aisément la courbure de la colonne des vieillards qui se fait toujours en cyphose, à défaut d'une complication pathologique.

Ligament apical ou épi-épineux. — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une autre pièce osseuse qui démontre la réelle existence d'un ligament *apical ou épi-épineux,* indépendant du ligament sus-épineux, qui n'est que le raphé formé par les muscles dorso-lombaires, et du ligament interépineux décrits par les classiques. L'ossification de ce ligament permet de constater son existence et ses caractères et de juger peut-être son rôle physiologique, qui semble être celui d'un ligament *articulaire* entre les deux épines sus- et sous-jacentes, à l'encontre du ligament sus-épineux, qui est plutôt comparable aux ligaments communs dont je viens de dire un mot. Grâce à ce ligament, les épines pourront exécuter, outre les mouvements communs, des mouvements localisés indépendants.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur l'épreuve statistique de la loi de Mendel.* Note de M. **Angel Gallardo**, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis sa redécouverte, en 1900, la loi de Mendel a été très attaquée par l'école biométrique de Pearson, qui croit, au contraire, à la fusion normale des caractères et à la loi d'hérédité ancestrale.

L'abîme creusé par l'école biométrique entre la loi de Mendel et la loi d'hérédité ancestrale est en partie comblé dans une Note publiée en 1904, par Pearson [1], où il développe une théorie générale de l'hérédité alternative, basée sur l'hypothèse des gamètes pures, en supposant un nombre n de paires allélomorphes et le croisement au hasard des hybrides également fertiles.

Il résulte de cet article que l'hypothèse des gamètes pures et la loi de ségrégation qui en découle, ne sont pas en contradiction avec les lignes générales de la loi d'hérédité ancestrale, mais qu'il y a des divergences numé-

---

(1) *On a generalised theory of alternative inheritance, with special reference to Mendel's laws* (*Proc. R. Soc.,* t. LXXII, p. 505-509).

riques entre les résultats statistiques et théoriques, *ce qui paraît empêcher définitivement son acceptation comme théorie générale de l'hérédité.*

Pearson demande comme pierre de touche, pour toute théorie de l'hérédité, qu'elle donne des valeurs numériques d'accord avec celles qu'il trouve par la statistique des grandes populations animales ou végétales.

Cette exigence n'est pas fondée, parce qu'il suffit que la fertilité et la vitalité des divers croisements ne soient pas les mêmes pour altérer la composition des populations sans avoir le droit d'invoquer ces différences contre la loi théorique.

La loi de Mendel a été trouvée et prouvée par des expériences soignées, mais elle peut très bien n'être pas d'accord avec les statistiques des populations adultes qui ont toutes subi une forte sélection, à cause de la différente mortalité de chaque groupe.

La loi d'hérédité ancestrale n'est qu'une constatation empirique *a posteriori* des corrélations entre les survivants des générations successives, tandis que la loi de Mendel permet de prédire, avec quelque approximation, le résultat de croisements déterminés.

Le manque d'accord entre les prévisions théoriques et le résultat statistique de populations adultes, formées hors des conditions de l'expérience, ne prouve rien contre la loi.

Si un physicien se propose d'étudier la chute libre, dans l'air, de plumes, de morceaux de papier, de liège, de plomb, etc., il ne trouvera pas le mouvement uniformément accéléré prédit par la loi de la chute des corps dans le vide. Doit-on déclarer fausse cette loi et la remplacer par une loi empirique de la chute des corps, donnée par les valeurs moyennes des observations?

Or si la loi d'hérédité ancestrale trouve des corrélations décroissantes d'après une certaine série géométrique, formée par les moyennes statistiques tirées de populations adultes sélectionnées, peut-on exiger que la loi de Mendel, vraie expérimentalement, donne cette même série, pour l'accepter?

ENTOMOLOGIE. — *Sur la reproduction et les variations du développement dans la* Glossina palpalis *Desv.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. Bouvier.

M. le Dr Stuhlmann a récemment publié un fort beau travail sur la repro-

duction et le développement de la *Glossina fusca;* néanmoins, on ne trouvera sans doute pas sans intérêt les observations analogues que j'ai faites presque simultanément à Brazzaville sur la *Glossina palpalis* Desv., qui propage, comme on sait, le Trypanosome de la maladie du sommeil.

Ayant constaté que la mouche supporte mal les cages, j'ai entrepris de l'élever individuellement dans des tubes de verre dont l'orifice était fermé par des bandes de mousseline. La méthode donne de bons résultats, pourvu qu'on permette aux Glossines de se gorger de sang dès qu'elles en éprouvent le besoin, c'est à dire toutes les 48 heures.

I. *Reproduction.* — Comme ses congénères, la *Glossina palpalis* est « larvipare ». Il faut compter 3 semaines au moins pour voir se produire la première ponte; cette longue période est liée sans doute aux modifications qui se produisent dans les glandes utérines pour qu'elles deviennent aptes à sécréter en abondance le liquide alimentaire de la jeune larve. Une fois la première ponte opérée, les autres se suivent sans accouplement, et d'une façon remarquablement régulière, tous les 9 ou 10 jours. La jeune larve sortant de l'œuf aussitôt après l'issue de la larve adulte qui l'a précédée dans l'utérus, et cette dernière se transformant en pupe fort peu de temps après la ponte, on peut conclure que la durée de la vie larvaire est de 9 ou 10 jours dans la *Glossina palpalis*.

Une femelle fit sa première ponte le 17 octobre et la huitième le 23 décembre, après quoi elle périt de mort naturelle, ayant un œuf qui venait de parvenir dans l'utérus. Une autre donna sa première larve le 19 octobre et mourut naturellement le 4 décembre après avoir produit la sixième; une septième se trouvait en voie de développement dans l'utérus, mais le reste de l'ovaire était vide.

On peut donc penser que la moyenne de vie des femelles dans la nature atteint environ 3 mois, et qu'une série de huit à dix pontes représente la fécondité de l'insecte.

II. *Nymphose.* — Les larves ont les mêmes dimensions que celles de la *Glossina morsitans* ($6^{mm},5$-7^{mm} sur. 3^{mm}). Sitôt nées, elles s'enfoncent dans le sable ou l'humus mis à leur portée et, à défaut de ces milieux, cherchent à se dissimuler dans les crevasses ou dans les trous; il est donc probable qu'à l'état libre elles doivent se nymphoser aussi souvent sous les écorces et dans les trous d'arbres que dans le sol. Pour s'insinuer dans leur gîte, elles déforment curieusement leur corps et gonflent de sang leur région cépha-

lique qui joue le rôle de bélier. Elles recherchent les endroits secs et ne semblent pas s'y enfoncer à plus de 5^{cm} ou 6^{cm}; dès qu'elles ont trouvé un endroit favorable, elles s'immobilisent, se condensent et, en moins de 45 minutes, se transforment en un tonnelet ou pupe, qui devient complètement noir après 4 ou 5 heures. Longueur de la pupe $6^{mm},5$-$6\frac{2}{3}^{mm}$; largeur $3\frac{1}{7}^{mm}$; poids $0^{g},025$-$0^{g},028$.

III. *Perturbations dans la ponte.* — Il peut arriver que le fonctionnement de l'appareil reproducteur soit troublé par deux sortes d'accidents : l'avortement et la nymphose intra-utérine. L'avortement n'est pas rare en cage, où la femelle se heurte aux parois de sa prison, mais il n'a pas de suite fâcheuse pour la mère. Il n'en est pas de même dans la nymphose prématurée; avec ses téguments rigides, la pupe ne peut pas être évacuée par l'orifice génital trop étroit, ce qui fait périr la mère et, sans doute aussi, toujours son produit.

IV. *Durée de la vie nymphale, ses variations sous l'influence de divers facteurs.* — Dans mes expériences, la durée de la vie nymphale s'est montrée de 33 jours en moyenne (minimum 32, maximum 35); elle s'est maintenue constante quand j'ai cherché, par diverses influences, à la modifier expérimentalement. Dans ces expériences, les *pupes témoins* ont été gardées à une température constante de 25° C., qui est celle du milieu normal où elles doivent vivre; elles ont toutes éclos en 32-33 jours.

1° Deux pupes sont soumises, 4 heures par jour, l'une pendant 34 jours, l'autre pendant 19 jours, à un refroidissement de 12°; la première éclôt au bout de 35 jours, la deuxième après 34; mais il y a eu des arrêts de développement, car les deux mouches sont incapables de se nourrir et de voler. Huit jours après sa formation, une pupe est immergée chaque jour 20 minutes dans de l'eau à 0°; après une nymphose de 33 jours, elle donne un adulte parfait.

Ainsi, le *froid* ne paraît pas radicalement nuisible à la vie des pupes lorsqu'il n'agit que d'une façon discontinue.

2° L'*humidité prolongée* (15 jours dans la terre très humide, ou 6-12 jours d'immersion dans l'eau) fait périr la nymphose. On peut donc concevoir que des pupes déposées dans la terre au bord immédiat d'un cours d'eau soumis à des crues rapides n'écloront pas.

3° Une pupe est soumise 6 jours, en chaleur humide, à une température de 30°-35°, une autre pendant 4 jours, une troisième pendant 15 jours mais non pendant la nuit;

dans tous les cas, mort de la pupe. De même périt une pupe du 4 décembre exposée 4 heures à l'action du soleil, le 30 et le 31 décembre, sous $0^m,05$ de terre sèche où la température se maintient à 38° (45° pendant une demi-heure).

Ainsi la *chaleur* paraît infiniment plus néfaste aux pupes que le froid. En fait les pupes ne s'accommodent que d'une température de 25°, qui est celle du sol dans leur milieu normal de développement; et par là s'explique la localisation absolument exclusive de la mouche sous les fourrés épais du bord des cours d'eau, c'est-à-dire en des lieux où se trouve maintenue la fraîche température nécessaire à la pupe.

Dès lors, on est maintenant armé pour la lutte contre l'agent de transmission de la maladie du sommeil. Puisque les pupes périssent après quelques heures d'exposition au soleil, le *débroussaillement* des gîtes à Glossines s'impose, de même que l'incendie des herbes et des lianes basses. En attendant la pratique raisonnée de cette méthode, il importe de l'introduire d'abord autour des lieux habités par les Européens; il importe aussi de sauvegarder les régions où le fléau ne sévit pas encore en la pratiquant sur certains points des routes de caravanes, aux lieux de campement, aux passages des cours d'eau, bref en tous les lieux où les mouches guettent l'arrivée des voyageurs pour se gorger de leur sang (¹).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la fixation du zinc par le* Sterigmatocystis nigra *V. Tgh.* Note de M. **M. Javillier**, présentée par M. E. Roux.

J'ai montré dans une précédente Note (²) que le zinc exerce une influence favorable sur la végétation du *Sterigmatocystis* à des doses extrêmement petites, bien plus petites que ne le pensait Raulin, puisque, dans les conditions expérimentales indiquées, $\frac{1}{50000000}$ de zinc dans le milieu de culture possède une action favorisante manifeste. J'ai également montré que cette moisissure atteint son maximum de poids avec des doses de zinc allant de $\frac{1}{10000000}$ à $\frac{1}{25000}$, et reste au-dessous de ce maximum pour des doses supérieures à celle-ci.

Il convient maintenant de se demander si la Mucédinée fixe le zinc, car, bien que le fait soit *a priori* très vraisemblable, la démonstration expéri-

(¹) Mission de la maladie du sommeil.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 1212.

mentale n'en a jamais été donnée, et, en cas d'affirmative, dans quelle mesure elle le fixe.

J'ai systématiquement recherché et dosé le zinc (par la méthode au zincate) dans des mycéliums d'*Aspergillus* cultivés sur des milieux d'une richesse variable en zinc. Les cultures étaient arrêtées au quatrième jour; les mycéliums étaient soigneusement lavés et pressés à la main. Je consigne dans le Tableau ci-dessous quelques résultats expérimentaux :

Poids secs des mycéliums.	Zn introduit dans 250$^{cm^3}$ de milieu.	Dilution du Zn dans le milieu.	Zn retrouvé dans les mycéliums.	Proportion de Zn fixée pour 100.
4^g,40	0,0005	$\frac{1}{500000}$	0,0005	100
4,47	0,001	$\frac{1}{250000}$	0,001 (¹)	100
4,27	0,003	$\frac{1}{83333}$	0,0022	73,3
4,52	0,005	$\frac{1}{50000}$	0,0037	74
4,30	0,008	$\frac{1}{31250}$	0,0037	46,2
4,32	0,010	$\frac{1}{25000}$	0,0039	39
3,95	0,025	$\frac{1}{10000}$	0,0045	18
3,74	0,050	$\frac{1}{5000}$	0,0056	11,2

L'examen de ces chiffres entraîne les remarques suivantes :

1° Le *Sterigmatocystis* fixe *tout* le zinc de son milieu de culture lorsque la quantité du métal est égale ou inférieure à 1^{mg} pour 250$^{cm^3}$ de milieu (dilution $\frac{1}{250000}$ et au delà).

2° Le *Sterigmatocystis* fixe *une partie* seulement du zinc de son milieu de culture lorsque la dilution du métal est au-dessous du $\frac{1}{250000}$. Dans un mycélium ayant vécu en présence de 10^{mg} de Zn, je n'ai retrouvé que 3^{mg},9 de métal, la différence, soit 6^{mg},1, était abandonnée dans le milieu où l'analyse m'a permis de la retrouver intégralement.

3° La valeur du rapport entre le poids du Zn fixé et le poids du Zn fourni à la Mucédinée va décroissant rapidement. Les chiffres de la dernière colonne donnent les rapports calculés pour 100.

4° La quantité maxima du zinc que la moisissure puisse fixer, sans être atteinte dans sa vitalité, est voisine de 4^{mg} et un peu inférieure à ce chiffre (de 3^{mg},7 à 3^{mg},9). Le *Sterigmatocystis* est susceptible de fixer sans dommage une quantité de Zn égale au plus à $\frac{1}{1100}$ de son poids.

Si l'on groupe les faits analysés dans la précédente Note et dans celle-ci, on voit que quatre cas se présentent dans l'action exercée par le zinc sur l'*Aspergillus* ;

(¹) Trouvé en réalité : 0,0012; la marge d'erreur expérimentale me permet d'inscrire ici 0,001.

Dans le premier, correspondant à des doses extrêmement petites, ne dépassant pas le $\frac{1}{100000000}$, la Mucédinée acquiert un poids progressivement croissant jusqu'à atteindre son poids maximum pour une dose de $\frac{1}{10000000}$. Ces doses minuscules sont *nécessaires* au développement de la plante. Je ne puis d'ailleurs pas dire s'il existe une dose minima au-dessous de laquelle la plante ne pousserait pas du tout, l'absence absolue du Zn étant pratiquement et même théoriquement irréalisable.

De plus, je n'ai, pour l'instant, apprécié l'influence du zinc que d'une façon globale, en déterminant l'augmentation du poids de la Mucédinée sans chercher quelle fonction est particulièrement conditionnée par lui.

Le deuxième cas se réalise en présence de doses allant du $\frac{1}{10000000}$ au $\frac{1}{2500000}$, doses utiles sans doute, puisque la Mucédinée fixe la totalité du zinc qui lui est offert, supérieures pourtant à la dose strictement nécessaire pour que le mycélium atteigne son poids maximum.

Dans le troisième cas, les doses de zinc s'étageant du $\frac{1}{250000}$ au $\frac{1}{25000}$, l'*Aspergillus* végète normalement, mais ne fixe plus qu'une fraction du zinc; c'est un cas intermédiaire, dans lequel il y a un excès de zinc par rapport aux doses utiles, mais où cet excès n'est pas encore toxique.

Le quatrième cas commence avec les doses supérieures au $\frac{1}{25000}$, en présence desquelles la Mucédinée faiblit et n'atteint plus son poids normal.

Cette étude permet donc de préciser l'extrême petitesse des *doses nécessaires,* de déterminer les *doses utiles,* l'*excès indifférent* et la *dose toxique* d'un de ces éléments, rares chez les plantes, dont le rôle physiologique est encore incomplètement soupçonné. A ces éléments, M. G. Bertrand réserve avec raison le nom d'*éléments catalytiques* par opposition aux éléments fondamentaux, dits *éléments plastiques.*

L'*Aspergillus niger* se prête bien aux déterminations expérimentales, mais les résultats qu'il fournit, loin d'avoir un caractère particulier, se présentent avec un degré de généralité que j'aurai l'occasion de préciser.

PHYSIOLOGIE THÉRAPEUTIQUE. — *L'action purgative de la phénolphtaléine et de la disodoquinone phénolphtaléinique.* Note de M. C. **Fleig**, présentée par M. A. Gautier.

Nous avons étudié en détail l'action physiologique et thérapeutique de la phénolphtaléine et d'un de ses sels que nous avons préparé et désigné sous le nom de *disodoquinone phénolphtaléinique.* Cette Note a pour but de donner

le résumé des résultats intéressant l'action purgative de ces deux substances et le mécanisme de cette action.

La phénolphtaléine produit, chez l'homme, des effets laxatifs et purgatifs très marqués, sans coliques ni action irritante sur les muqueuses digestives, et où le caractère liquide des selles est à souligner. Il en est de même avec la disodoquinone phénolphtaléinique, dérivé soluble, qui agit déjà à dose plus faible que la phtaléine, possède à dose égale une action plus intense et est plus remarquable encore.

Les limites toxiques sont extrêmement éloignées des limites thérapeutiques. Chez les animaux, les mêmes effets sont difficiles à produire et ne s'obtiennent qu'avec des doses beaucoup plus élevées que chez l'homme.

D'après Zoltan de Vamossy, la phénolphtaléine agirait par suite de sa transformation dans l'intestin en chromosel soluble, dont le pouvoir de diffusion extrêmement faible (d'après des expériences *in vitro*) aurait pour conséquence la production dans la cavité intestinale d'une très forte pression osmotique et l'attraction de grandes masses de liquide. Chez l'animal, le manque d'action purgative s'expliquerait par une absence de transformation de la phtaléine en chromosel. Cette théorie ne nous paraît pas admissible, car nous avons vérifié que ce sel, même chez l'homme, ne se forme pas au contact des liquides intestinaux. Elle serait plus acceptable si l'on accordait, après vérification, le faible pouvoir de diffusion à la phtaléine elle-même, partiellement soluble à la faveur du suc intestinal.

La théorie de A. Martinet, ramenant l'action purgative de la phtaléine à une action de l'acide oxalique qui proviendrait de l'oxydation du noyau phtalique de la phtaléine dédoublée dans l'intestin est inacceptable : nos recherches ont montré que *la phtaléine ne se scinde pas dans le tube digestif en ses composants, phénol et acide phtalique;* il n'est d'ailleurs nullement prouvé que l'acide phtalique soit oxydé dans l'organisme en quantité notable (*Pribram*), non plus que dans l'intestin.

Dans l'étude du mécanisme de l'action purgative de la phtaléine, nous avons recherché d'une part une action sur la musculature intestinale, d'autre part sur les sécrétions. Pour élucider le premier point, nous nous sommes servi de fragments d'intestin plongés comparativement dans des solutions nutritives appropriées (liqueur d'Hédon et Fleig) et dans les mêmes solutions additionnées de phtaléine (1) : or la phtaléine a toujours manifesté dans ces conditions un effet inhibiteur sur les mouvements de l'intestin (2). Par la méthode des circulations artificielles dans des anses

(1) Saturées de phtaléine en poudre ou additionnées de phtaléine en solution dans du sérum sanguin.

(2) L'expérience a été faite aussi une fois sur un fragment d'intestin grêle excisé *chez l'homme* au cours d'une opération.

isolées ou par l'examen sur l'animal entier, nous avons aussi observé le même résultat négatif, ce qui est bien en rapport avec l'absence de coliques précédemment signalée.

Pour mettre en évidence une action excito-sécrétoire, nous avons examiné, chez le chien et le lapin, l'action des injections intra-duodénales et intra-veineuses ([1]) de phtaléine, après établissement de fistules biliaire, pancréatique et intestinales. Chez le lapin, ces injections n'ont eu aucun effet. Chez le chien, quoique de façon inconstante, nous avons pu observer, à la suite de l'*injection intra-veineuse*, une *faible augmentation des sécrétions biliaire, pancréatique et intestinales. L'injection intra-duodénale n'a augmenté que rarement la sécrétion intestinale* et n'a eu aucun effet sur le pancréas ou le foie. La conclusion applicable à l'homme, chez qui l'action exonérante est bien plus active que chez l'animal, c'est que chez lui la phtaléine doit agir par *excitation des sécrétions du foie, du pancréas et surtout de l'intestin* ([2]). D'après certaines expériences, l'action intestinale nous paraît être *surtout directe,* mais partiellement aussi réflexe. Nous avons obtenu une fois chez l'homme l'effet purgatif à la suite de l'injection sous-cutanée.

Bien que la phtaléine soit un type très net de *purgatif excito-sécrétoire,* les mouvements péristaltiques de l'intestin arrivent cependant à être renforcés, mais consécutivement à l'action mécanique produite par la grande masse de liquide sécrété : il s'agit là d'une action *secondaire,* et non causale.

La même série de recherches répétée avec la disodoquinone phénolphtaléinique nous a montré que le mode d'action de cette substance est le même que celui de la phtaléine.

Le mode d'administration habituel sous lequel nous avons utilisé cette dernière substance chez l'homme a été sous forme de cachets, mais le produit est plus actif encore si on l'enrobe en capsules glutinisées ou kératinisées; nous donnons, dans notre Mémoire complet, l'explication de ce détail.

Il est à remarquer que cet agent thérapeutique n'entraîne l'accoutumance que très rarement et dans de très faibles limites; il ne paraît avoir aucune action nocive sur le rein malade.

([1]) Phtaléine en suspension fine dans l'eau, en solution dans du sérum sanguin, en solution alcoolique ou en suspension hydro-alcoolique.

([2]) M. Brissemoret a *rapproché* l'action de la phtaléine de celle de la *résorufine* et de certaines *imines quinoniques,* qui purgeraient par action *excito-sécrétoire* sur l'intestin.

Un fait important, susceptible d'un grand intérêt pratique, réside dans l'*action purgative qu'on peut obtenir avec la disodoquinone phénolphtaléinique en injection sous-cutanée*. Le résultat ainsi obtenu est moins brusque qu'à la suite de l'ingestion stomacale et les selles sont facilement régularisées pendant plusieurs jours consécutifs.

Nous ne saurions trop insister, en terminant, sur l'hypersécrétion intense provoquée par cette substance, qui en fait un véritable agent de diurèse intestinale, provoquant une saignée séreuse, éliminatrice des produits toxiques d'origine tissulaire proprement dite et d'origine gastro-intestinale.

PATHOLOGIE. — *Sur la fréquence des ulcérations intestinales dans le cours de la grippe.* Note de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. Lannelongue.

Dans le cours de ces dernières années, nous avons été conduit à étudier à nouveau quelques symptômes fondamentaux de la grippe et, en particulier, ses manifestations gastro-intestinales qui, en raison de leur moindre violence, ont été un peu négligées par les auteurs.

Sans entrer dans la discussion du point de pathogénie que nous avons soulevé il y 6 ans en signalant les analogies et les parentés morbides de la grippe avec la suette, la rubéole, la méningite cérébro-spinale, la stomatite aphteuse et enfin la fièvre aphteuse des animaux, il est important de mettre en évidence les lésions fondamentales de la grippe du côté du tube digestif et de la cavité buccale, pour compléter l'étude anatomo-pathologique de cette affection, étude si incomplète et si restreinte.

Depuis le début de l'épidémie actuelle, nous avons, dans des travaux antérieurs, rappelé la fréquence des aphtes buccaux, l'existence *constante* d'un pointillé lingual et d'un liséré gingival caractéristique se montrant vers le quatrième ou cinquième jour pour disparaître vers le quinzième avec desquamation de la cavité buccale. A ces symptômes buccaux se joignent avec une fréquence très grande des désordres intestinaux non moins importants, que les selles noires et fétides coexistantes permettent de soupçonner, mais qu'il est possible de mieux caractériser par une analyse plus détaillée et des signes plus précis, auxquels nous consacrons cette Note.

Dès le rash éruptif qui, à un degré quelconque, ne manque jamais le troisième jour, même dans les cas les plus bénins, et se caractérise tout au moins par de la congestion très apparente de la face et des oreilles, il est de

règle d'observer, du côté de l'abdomen, quelques désordres légers : de la constipation, quelquefois de la diarrhée, mais toujours un peu de météorisme.

Indolore dans bien des cas, et accompagné simplement d'un peu de sensibilité diffuse de l'abdomen, ce météorisme s'accompagne au contraire quelquefois, vers le cinquième jour, de douleurs vives pouvant simuler des crises hépatiques ou néphrétiques, ou des crises appendiculaires; cependant on est obligé de noter l'absence de désordres fonctionnels du côté du rein ou du foie et le défaut de gonflement de ces organes ou de l'appendice.

En examinant le malade avec attention, on remarque que l'exploration digitale de la paroi abdominale révèle un point particulièrement douloureux à la pression, soit du côté de l'estomac, soit du côté du gros intestin, ou plus rarement de l'intestin grêle. Ce point douloureux à la pression est très limité et présente un maximum très net. Si l'on suit l'évolution ultérieure de cet accident, on constate la disparition rapide de la douleur spontanée qui est assez courte et remplacée par une gêne contusive ; mais il y a persistance de la douleur provoquée par la pression et il devient possible, au bout de 1 ou 2 jours, de délimiter soit à la palpation, soit à la percussion, une zone de submatité et d'empâtement léger.

Cette remarque, facile à faire quand on explore ou qu'on percute la région avec quelque délicatesse, éveille évidemment l'idée d'ulcération gastro-intestinale.

Les symptômes généraux confirment, d'ailleurs, souvent l'exploration physique, car la douleur spontanée offre les caractères de la douleur en broche et les selles ou les vomissements sont parfois sanguinolents. Ces accidents sont, en général, peu durables, et dans la quinzaine, pour la plupart des cas, les symptômes physiques et fonctionnels régressent. Toutefois, il persiste environ pendant 2 mois un léger trouble gastro-intestinal avec zone sensible et légèrement empâtée. Dans quelques cas, cependant, il se forme un véritable *ulcus* avec empâtement très sensible et que nous avons vu confondre avec une production néoplasique par des praticiens éminents.

L'évolution ultérieure des accidents montre toutefois qu'il n'en est rien, car les phénomènes régressent et les symptômes s'effacent. Toutefois ce fait établit que la grippe peut être invoquée comme un des facteurs pathogéniques de l'ulcère rond et peut-être de l'appendicite. Dans la plupart des cas, l'évolution est plus bénigne et rappelle évidemment celle de l'exulcération stomacale et intestinale dont l'anatomie pathologique est bien décrite, soit comme ulcération tuberculeuse aiguë de l'intestin (Marfan), soit comme ulcération pneumococcique (Dieulafoy).

Comme fréquence, cette complication de la grippe est loin d'être rare. Nous avons pu, en la cherchant, la constater récemment dans 30 pour 100 des cas de grippe chez la femme, dans 10 pour 100 des cas chez l'homme. Il s'agit donc bien là d'une manifestation intimement liée à la grippe, qui, chose curieuse et qui rappelle des analogies morbides déjà citées, a une prédominance marquée pour le sexe féminin. Il était intéressant de signaler ce fait qui, mis en parallèle avec la fréquence des aphtes buccaux, confirme cette donnée que la grippe est avant tout une affection gastro-intestinale.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude du rayonnement calorifique du Soleil.* Note (1) de MM. **G. Millochau** et **C. Féry**, présentée par M. Lippmann.

Il nous a semblé intéressant de relier les mesures que nous avons effectuées ces deux dernières années à l'aide d'un nouveau pyrhéliomètre, aux mesures faites ordinairement au moyen des actinomètres.

Ces derniers appareils sont susceptibles de donner la quantité totale de chaleur versée par le Soleil, ce qui conduit très facilement au calcul de la constante solaire.

Dans une prochaine Note, nous montrerons comment il est possible d'intégrer les indications du télescope pyrhéliométrique dans le but d'obtenir la constante solaire, si importante à connaître, et dont les diverses valeurs données jusqu'ici présentent encore entre elles des écarts considérables allant jusqu'à 50 pour 100.

On sait que la principale difficulté dans l'emploi des actinomètres réside dans leur étalonnage en valeur absolue. Dans l'actinomètre d'Angström, adopté par le Congrès des études solaires, on a recours à une méthode de réduction au zéro; les deux soudures d'un couple thermo-électrique peuvent être échauffées simultanément, l'une par le rayonnement solaire, l'autre par un courant électrique. Il est possible d'obtenir, dans ces conditions, une différence de potentiel nulle aux bornes de la thermo-pile, ce qui a lieu quand les deux soudures sont à la même température. Si la symétrie du couple était parfaite, c'est-à-dire si les deux soudures étaient rigoureusement identiques à tous les points de vue, le nombre de watts ainsi dépensé mesurerait directement l'énergie solaire, mais il est difficile d'admettre que ces conditions soient absolument réalisées.

D'autre part, l'appareil d'Angström exige une manipulation délicate au moment de l'emploi et force l'observateur à emporter avec lui, en plus de l'instrument même, les appareils de production et de mesure du courant électrique compensateur.

En somme, un actinomètre thermo-électrique est analogue à une balance

(1) Présentée dans la séance du 10 février 1908.

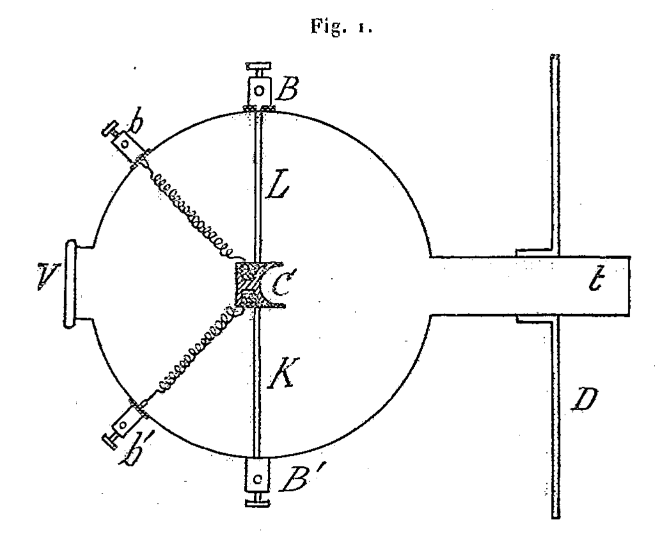
dont les deux bras seraient inégaux. Le moyen le plus simple de faire une mesure exacte dans ces conditions est d'avoir recours à une méthode de double pesée.

On fera donc agir, sur une des deux soudures, disposée à cet effet, le courant électrique, ce qui permettra de tracer la courbe d'étalonnage de l'instrument, relié à un millivoltmètre de sensibilité convenable, et, au moment de l'observation, lorsque la même soudure sera exposée au rayonnement solaire, une simple lecture sur le cadran du millivoltmètre indiquera l'énergie électrique et, par conséquent, le nombre de calories qui mesurent le rayonnement solaire. Toutes les conditions étant les mêmes, cette méthode de substitution ne soulève aucune objection.

La description sommaire de l'instrument fera encore mieux comprendre son fonctionnement.

Au centre d'une sphère métallique (*fig.* 1), nickelée extérieurement et noircie à l'intérieur, est supporté par deux tiges, l'une de laiton L et l'autre de constantan K,

Fig. 1.



un petit cylindre métallique C, que nous dénommerons, pour simplifier, *récepteur*.

Ce récepteur constitue la soudure chaude du couple, la soudure froide étant le point d'attache de la tige de constantan sur la boule extérieure; quant à la tige de laiton, elle est isolée de la sphère.

Un tube *t* permet de faire pénétrer le faisceau solaire dans l'appareil; ce tube supporte un écran de liège recouvert de papier d'étain D, dans le but d'éviter l'échauffement direct de la sphère par le rayonnement solaire. Enfin, un écran dépoli V permet de s'assurer, par le centrage de l'ombre projetée par le récepteur, si l'orientation est convenable.

Dans l'intérieur du récepteur est introduite une sorte de petite bobine en cuivre rouge, dont la face tournée vers l'extérieur est concave et soigneusement noircie. Le fil de manganine qui la recouvre peut recevoir le courant d'étalonnage par les bornes *b* et *b'*, et il est alors facile de graduer, en calories, l'appareil relié par B et B' à son millivoltmètre.

La figure 2 est une vue extérieure de l'appareil qui n'a que 10^{cm} de diamètre.

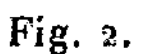
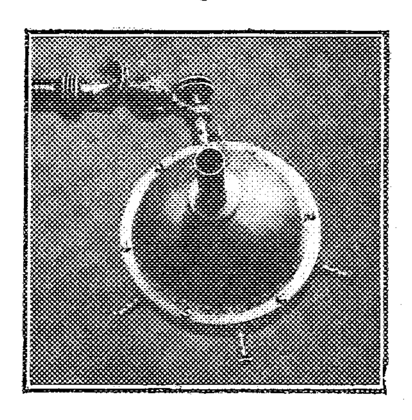


Fig. 2.



Pour se servir de l'actinomètre, on le pointe dans la direction du Soleil, et on le maintient en direction aussi exactement que possible, puis l'observateur lit la déviation marquée et note le temps au moment où la lecture est faite.

Une courbe est ensuite tracée, en prenant pour abscisses les temps et pour ordonnées les déviations galvanométriques.

La comparaison d'une courbe actinométrique avec la courbe correspondante obtenue au moyen du télescope pyrhéliométrique montre que l'actinomètre présente une certaine inertie due à la masse de sa soudure, qui est plus de mille fois supérieure à celle de la soudure du pyrhéliomètre. Le retard est de 23 minutes.

Ce retard se retrouve dans tous les actinomètres dont le récepteur a une masse non négligeable, il fausse l'étude de l'absorption atmosphérique et nécessite une correction aux mesures faites avec ces instruments.

A la courbe corrigée s'applique aussi, dans les mêmes conditions que pour le télescope pyrhéliométrique, la loi de Bouguer.

L'actinomètre a été étalonné avant et après l'ascension; les valeurs trouvées montrent que les déviations du galvanomètre sont très sensiblement proportionnelles aux watts pour les petits échauffements produits.

Les essais ont montré que les pertes par convection ne changent pas sensiblement avec l'orientation de l'actinomètre.

La déviation la plus forte, produite par le rayonnement solaire, a été obtenue le 22 août, à $12^h 4^m$, au sommet du mont Blanc ; elle est de 0,36 millivolt et correspond à 0,151 watt ou $2^{Cal},16$. Corrigée de l'absorption atmosphérique (10 pour 100) elle conduit à 0,166 watt, ou $2^{Cal},38$ pour la valeur de la constante solaire.

L'actinomètre a été également pointé sur un four électrique chauffé à diverses températures ; cette comparaison, devant servir de contrôle à l'étalonnage électrique, peut aussi conduire à une évaluation de la température effective moyenne du Soleil. Il suffit, en effet, d'appliquer, aux résultats des mesures sur le four et sur le Soleil, la loi de Stefan et de tenir compte de la surface apparente des sources rayonnantes.

Les constantes déterminées sur trois mesures conduisent aux résultats suivants :

Four à...........	1663° absolus	Soleil............	5696° absolus
Four à...........	1623 »	Soleil............	5695 »
Four à...........	1280 »	Soleil............	5567 »

Cette évaluation n'a pas la précision de celles faites avec le télescope pyrhéliométrique, à cause de la petitesse de l'effet produit par le four et du peu de précision de la mesure qu'on peut faire de la surface apparente de ce four ; elle contrôle cependant, d'une manière heureuse, l'étalonnage électrique de l'actinomètre.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *De la prédominance de l'érosion de la Sarine sur sa rive droite.* Note de MM. **Jean Brunhes** et **Cesare Calciati**.

L'un de nous a précédemment essayé, avec son frère Bernard Brunhes, de reprendre sous une forme nouvelle la discussion de la loi de Baer et de la déviation des rivières vers la droite (*Annales de Géographie*, 15 janvier 1904). Il a voulu apporter au débat des observations d'un autre genre et il a chargé un de ses élèves, Cesare Calciati, d'étudier minutieusement comment se produit et se répartit, sur les deux rives d'un lit actuel, le travail réel de l'érosion d'un cours d'eau.

Les cinq groupes d'observations suivants sont appuyés et confirmés par un levé topographique à 1:10000 de trois boucles typiques des méandres encaissés de la Sarine en amont de Fribourg, levé original fait à la règle à éclimètre par C. Calciati (qui a été formé aux méthodes et à la pratique topographiques par M. Paul Girardin) :

1° Les isthmes correspondant à chaque boucle de la Sarine tendent à s'amincir de plus en plus, car de part et d'autre l'érosion tend à couper ces pédoncules ; et cela, parce que l'attaque maximum se produit des deux côtés sur la même rive, la *rive droite*. Cette localisation concentrée de l'attaque

maximum explique même que les boucles prennent leur plus grand développement vers la gauche; l'eau qui s'acharne contre la paroi droite est d'autant plus violemment renvoyée qu'elle attaque plus fortement; elle s'éloigne donc, circulant plus librement et tranquillement, et dessinant vers la gauche une courbe harmonieuse entre rives qui la serrent moins (souvent les grèves alternent sur les deux bords); et c'est même en fin de compte cette courbe développée vers la gauche qui permet à la rivière de venir reprendre son principal travail d'attaque sur un nouveau chantier de la rive droite. Ainsi l'extension des grandes boucles d'un cours d'eau vers la gauche doit être considérée, dans la réalité topographique et contrairement à la première apparence, comme l'un des signes de l'érosion prédominante sur la rive droite.

2° Les parois à pic et souvent surplombantes sont moins fréquentes à gauche qu'à droite. A la boucle I (la plus méridionale), le cours d'eau a même abandonné, sans aucune raison accidentelle, son ancienne rive gauche pour revenir s'acharner contre la rive droite. Les éboulements se produisent plus nombreux sur la rive droite, et il arrive le plus souvent qu'ils sont tout de suite balayés et emportés (par exemple à la Madeleine, en aval de Fribourg): tandis que les masses éboulées de la rive gauche (au pont de Grandfly par exemple) sont respectées par la rivière et la repoussent au lieu de disparaître.

3° Une forme curieuse d'hémicycle taillé dans la molasse, forme d'érosion petite mais très régulière, se reproduit souvent sur la rive droite à l'aval du lobe développé de chaque méandre (boucles II et III).

4° Les grèves sont plus développées et plus nombreuses sur la rive gauche; même dans les courbes des portions concaves de la rive gauche, il arrive souvent que la rive concave est bordée de grèves et que le chenal se porte vers la droite (boucles II et III).

5° Enfin, si l'on considère l'ensemble de la topographie qui environne le canyon proprement dit, on constate que les pentes sont plus raides sur le versant droit que sur le versant gauche : le lit actuel de la Sarine est, dans l'ensemble, beaucoup plus rapproché de la courbe de 700^{m} sur sa droite que sur sa gauche. Cela se passe comme si la Sarine, même au fond de son lit encaissé d'environ 80^{m}, malgré les hautes parois de roche qui la maîtrisent et la limitent, et en dépit des sinuosités de ses méandres, tendait à diriger toujours et de plus en plus son principal effort d'attaque et de direction du côté de son versant le plus élevé, le versant droit.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son doyen, M. Wolf, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par le décès de M. *Lœwy* :

En première ligne . . . . M. B. **Baillaud**.

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . . . MM. **Andoyer**, **Maurice Hamy**, **Pierre Puiseux**.

Les titres des candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 FÉVRIER 1908.

De la forme des chiffres usuels, par GEORGES DUMESNIL. Grenoble, Allier frères, 1907; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Peine de mort et criminalité, l'accroissement de la criminalité et l'application de la peine capitale, par A. LACASSAGNE, avec 4 illustrations et 5 graphiques. Paris, A. Maloine, 1908; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Laveran.)

Bulletin de la Société de Pathologie exotique; t. I, n° 1, séance du 22 janvier 1908. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Laveran.)

Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France, du 30 janvier 1908, *sous la présidence de M.* GEORGES PALLAIN. *Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les Censeurs.* Paris, Paul Dupont, 1908; 1 fasc. in-4°.

Note sur l'application du remblayage hydraulique aux mines de fer du bassin de Briey, par M. HENRY JOLY. Nancy, P. Pierron, 1907; 1 fasc. in-8°.

Le terrain houiller existe-t-il dans la région sud de Longwy, par HENRY JOLY. Nancy, A. Buvigner, V. Berger, successeur, 1908; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXVI, fasc. 1. Paris, 1908; 1 fasc. in-8°.

Le Radium, la radioactivité, les radiations, l'ionisation, journal de physique théorique et expérimentale; t. V, n° 1, janvier 1908. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Archives de Médecine navale; t. LXXXIX, n° 1, janvier 1908. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Marina de San Fernando. *Carta fotográfica del Cielo;* Zona 9°, hojas nos 21, 22, 23, 40, 44, 54, 55, 63, 64, 65, 66, 69, 79, 82, 85, 105, 111, 145, 157 y 175. 20 feuilles in-plano.

Relative Lotabweichungen gegen Bern und telephonische Uhrvergleichungen am Simplon, mit zwei Karten und zwei Tafeln. (*Internationale Erdmessung. Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz,* herausgegeb. v. der schweizerischen geodätischen Kommission; Bd. X.) Zurich, Faïsi et Beer, 1907; 1 vol. in-4°.

Observations with Lord Rayleigh's colour-mixing apparatus. Observations on hue perception, by F.-W. EDRIDGE-GREEN. (Extr. de *Ophtalmological Society's Transactions,* t. XXVII.) 2 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le Tome CXLIV (janvier-juin 1907) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. A. Calmette fait hommage à l'Académie du troisième Volume de son Ouvrage intitulé : *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine*, qu'il a publié en collaboration avec MM. E. Rolants, E. Boullanger, F. Constant et L. Massol.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Lœwy*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. B. Baillaud	obtient.	43	suffrages
M. Pierre Puiseux	»	9	»
M. Maurice Hamy	»	2	»

M. B. Baillaud, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Notice sur la vie et les travaux de Marcel Bertrand*, par W. Kilian et J. Révil.

2° *Électrométallurgie, voie humide et voie sèche. Phénomènes électrothermiques*, par M. Ad. Minet. (Deuxième édition.)

ASTRONOMIE. — *Résultats des mesures des diamètres de Mercure durant son passage du* 14 *novembre* 1907. Note de M. Robert Jonckheere, transmise par M. Wolf.

La Royal Astronomical Society a publié, dans les *Monthly Notices* (Vol. LXVIII, n° 2), les séries complètes de mes mesures.

Les moyennes qui furent télégraphiées à l'Observatoire donnent : pour le diamètre horizontal 8",73, pour le diamètre vertical 9",46, le grand axe se trouvant, vers le milieu de l'observation, à gauche et à 20° de la verticale; la moyenne générale, comme diamètre de Mercure durant son passage, 9",10.

Les valeurs obtenues pour les deux diamètres ont suivi des variations périodiques ne laissant, je crois, aucun doute sur leur différence et confirment entièrement le déplacement du grand axe par suite du mouvement apparent de la planète pendant la durée de l'observation. On peut voir, en se rapportant aux *Monthly Notices*, que les mesures horizontales prises de 11^h à 12^h donnent 8",63; de 12^h30^m à 1^h, 8",84. Les mesures verticales, de 12^h à 12^h30^m, 9",65 et, de 1^h à 1^h25^m, 9",28.

D'après ces données, le Tableau ci-dessous doit représenter fidèlement les mesures que devaient obtenir les observateurs qui, comme moi, n'avaient

pas fixé leur micromètre sur des angles déterminés :

Distance du méridien.	Heure correspondante à Paris (14 novembre 1907).	Rapport entre les diamètres.	Valeur déduite pour le passage du 14 novembre 1907. Verticale.	Horizontale.
°	h m		"	"
60	»	0,124	9,16	9,04
50	»	0,372	9,27	8,93
40	»	0,620	9,38	8,82
30	»	0,868	9,49	8,71
20	22.55	1,116	9,60	8,60
10	23.35	0,868	9,49	8,71
0	0.15	0,620	9,38	8,82
10	0.55	0,372	9,27	8,93
20	1.35	0,124	9,16	9,04
30	»	0,372	8,93	9,27
40	»	0,620	8,82	9,38
50	»	0,868	8,71	9,49
60	»	1,116	8,60	9,60

Le Tableau a été construit de 60° de chaque côté du méridien, de façon à pouvoir être utilisé pour tous les passages de novembre. Pour ceux ayant lieu au mois de mai, la déformation est de 20° à l'ouest du méridien; cette Table devait donc être retournée.

Pour les dernières mesures, on remarque que le diamètre horizontal aurait été le plus grand. Le grand axe de la planète coïnciderait avec l'axe de rotation du Soleil. La différence entre les deux diamètres doit être plus forte que ne l'indiqueraient les moyennes générales, le déplacement du grand axe affaiblit cette différence : c'est pourquoi, pour établir mes rapports, j'ai pris la valeur 1″ au lieu de 0″,73.

Notons que cette déformation fut également visuellement observée par moi avant de connaître le résultat des mesures. M. Amann confirme encore entièrement sa position (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1321). Quant à la valeur de l'aplatissement qu'il en déduit, $\frac{1}{35,7}$, cette faible quantité eût été bien difficilement observable.

Le diamètre moyen 9″,10 semble pouvoir être adopté; le résultat des mesures publiées à ce jour donne 8″,68, mais la condition, fils noirs sur disque noir, porte à un diamètre trop faible. Je crois que l'erreur ainsi produite est égale à la somme des deux demi-diamètres des fils, ce dont j'ai tenu compte en prenant mes mesures et qui peut expliquer cette différence de 0″,32.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le quatrième trimestre de* 1907. Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.

Les principaux faits qui résultent des 37 jours d'observations de ce trimestre se résument ainsi :

Taches. — Malgré un nombre de groupes moindre que le précédent, la surface tachée a augmenté; on a en effet 47 groupes au lieu de 56, et 6561 millionièmes au lieu de 6013.

On a noté 27 groupes au lieu de 31 dans l'hémisphère austral, et 20 au lieu de 25 dans l'autre hémisphère. Quant à leur surface, elle a diminué de $\frac{1}{10}$ au Sud et augmenté d'environ $\frac{1}{3}$ au Nord.

Un beau groupe a été visible à l'œil nu :

Novembre............. 15,0 à +12° de latitude

Vers la fin du mois de novembre, il n'y avait que de rares et très petites taches, mais le Soleil ne s'en est montré dépourvu aucun jour.

Régions d'activité. — Le mauvais temps a fait manquer l'observation de quelques groupes de facules, et la surface totale des 78 qui ont été enregistrés est de 97,6 millièmes (contre 99 groupes et 108,3 millièmes, précédemment).

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on compte 46 groupes au lieu de 59 au Sud et 32 au lieu de 40 au Nord.

TABLEAU I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1907. — 0,00.			
25- 5	8	1,1		+ 8	46
28- 4	6	1,1	— 9		19
25- 5	8	1,4	—18		54
1	1	2,8	—22		6
1- 5	5	6,5	—13		41
1- 5	5	6,8		+14	10
2-12	6	8,6	— 6		56
10-17	5	12,3	—22		519
10-17	5	15,0	— 7		324
12	1	15,1	—22		29
10-17	5	15,3		+ 7	177
22	1	19,6		+12	20
14-22	4	19,7		+ 5	417
		Octobre (suite.)			
14-22	4	21,1		+ 8	726
22	1	27,7		+ 6	9
22-31	5	28,2	—17		97
31- 4	3	30,5	—18		102
	15 j.		—15°,4	+ 8°,6	
		Novembre. — 0,00.			
27- 7	7	2,0		+ 8	47
2- 7	3	8,4	—12		13
2- 7	3	8,6	—20		75
4- 7	2	9,2	—16		5

TABLEAU I (suite.) — *Taches*.

Novembre (suite.)

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
4	1	9,3	−10		4
4-15	6	9,5	−13		104
7-15	5	9,6		+10	145
7	1	11,0	− 2		5
13	1	14,7		+12	3
13-19	4	15,0		+12	1347
13-19	4	16,7		+14	33
13-15	3	16,8		+ 8	19
19	1	17,8		+13	30
19	1	20,1	−10		8
19	1	22,8		+ 8	7
29	1	25,1	− 2		4
28	1	26,7	− 3		5
	11 j.		− 9°,8	+10°,5	

Décembre. — 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
4	1	6,3		+12	2
30-11	5	6,6	−13		172
7-11	3	7,2	−18		40
4- 7	2	8,0	− 7		4
10-16	4	10,6	− 8		25
10	1	10,8		+19	2
7-17	7	11,5		+13	139
7-18	8	12,2		+10	561
10-16	5	13,3		+ 9	58
14-20	6	16,1	−16		600
18-20	3	18,6	−19		16
16-20	5	21,6	− 5		421
19-20	2	25,1	− 7		15
	11 j.		−11°,6	+12°,6	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1907.	Sud. 90°. 40°. 30°. 20°. 10°. 0°.					Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°. 20°. 30°. 40°. 90°.					Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	»	3	4	3	10	7	5	2	»	»	»	17	2652
Novembre..	»	»	»	4	5	9	8	4	4	»	»	»	17	1854
Décembre...	»	»	»	4	4	8	5	2	3	»	»	»	13	2055
Totaux...	»	»	3	12	12	27	20	11	9	»	»	»	47	6561

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1907.	Sud. 90°. 40°. 30°. 20°. 10°. 0°.					Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°. 20°. 30°. 40°. 90°.					Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	1	4	7	5	17	12	9	3	»	»	»	29	34,2
Novembre.	»	»	3	8	4	15	12	7	3	2	»	»	27	37,0
Décembre...	»	»	3	6	5	14	8	1	5	2	»	»	22	26,4
Totaux..	»	1	10	21	14	46	32	17	11	4	»	»	78	97,6

ASTRONOMIE. — *Recherches sur la dispersion de la lumière dans l'espace céleste*. Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. H. Poincaré.

La méthode employée pour ces recherches consiste, comme je l'ai exposé (voir ce Volume, p. 266-268), à produire, à l'aide d'un dispositif approprié,

une série d'images monochromatiques d'une étoile variable à courte période et à déterminer photométriquement leurs courbes de lumière respectives, de manière à mettre en évidence, s'il y a lieu, tout décalage relatif de ces courbes.

J'ai utilisé l'appareil construit sur ce principe au cours d'une série d'expériences poursuivies à l'Observatoire de Paris, en Suisse et enfin lors d'une mission récente en Algérie, entreprise dans le but d'opérer dans des conditions atmosphériques moins médiocres que celles de Paris [1].

J'ai étudié particulièrement les étoiles β Persée et λ Taureau, toutes les deux du type Algol à variation rapide, et en utilisant, comme étoiles de comparaison, δ Persée pour la première et γ Taureau pour la seconde, suivant la méthode que j'ai indiquée (voir ce Volume, p. 267).

La discussion provisoire de toutes ces observations paraît conduire dès maintenant aux conclusions suivantes.

En ce qui concerne β Persée :

1° L'amplitude et la forme de la variation lumineuse sont, aux erreurs d'expérience près, identiques pour les diverses régions étudiées du spectre de cette étoile. Je me réserve de développer ultérieurement les conséquences auxquelles conduit ce fait nouveau, relativement à la nature du satellite d'Algol. (J'ai d'ailleurs constaté, au contraire, par l'application de la méthode à des étoiles à variation continue, δ Céphée, β Lyre, que pour celles-ci l'amplitude et la forme de la courbe de lumière varient notablement d'une extrémité à l'autre du spectre visible.)

2° La courbe de lumière de l'image monochromatique formée par les rayons ayant traversé l'écran n° 1 (écran rouge) de mon appareil paraît nettement décalée par rapport à la courbe de l'image formée à travers l'écran n° 3 (écran bleu), de telle sorte que les diverses phases de l'image rouge sont en avance sur celles de l'image bleue. Les phases correspondantes de l'image formée à travers l'écran n° 2 (écran vert) présentent d'ailleurs un décalage intermédiaire.

3° La discussion combinée des observations conduit provisoirement aux valeurs numériques suivantes : les rayons voisins de $\lambda = 0^{\mu},68$ qui nous arrivent d'Algol semblent être en avance d'environ 16 minutes sur les rayons voisins de $\lambda = 0^{\mu},43$, et d'environ 9 minutes sur ceux de la région $\lambda = 0^{\mu},51$. Ces valeurs comportent une erreur probable de l'ordre de ± 3 minutes.

En ce qui concerne λ Taureau :

1° Les observations mettent en évidence que, pour cette étoile comme pour Algol,

---

[1] M. le commandant Guyou a bien voulu mettre à ma disposition un équatorial de 6 pouces de l'Observatoire du Bureau des Longitudes; je le prie de croire à toute ma gratitude.

la variation lumineuse a la même forme et la même amplitude pour les diverses images monochromatiques. Ces courbes présentent d'ailleurs la particularité d'avoir une constance au minimum de plus de 3 heures de durée.

2° Les courbes de lumière de ces images présentent des décalages relatifs dont le sens est le même que pour β Persée, c'est-à-dire qui correspondent à une avance des rayons les moins réfrangibles.

3° La valeur de ce décalage relativement aux images monochromatiques formées respectivement par les écrans n° 1 et n° 3 paraît comprise entre 40 minutes et 1 heure, c'est-à-dire environ trois fois plus considérable que pour β Persée; l'erreur probable est d'ailleurs ici un peu plus forte que pour Algol, par suite notamment du fait que la rapidité de la variation lumineuse de λ Taureau est moindre.

En résumé, *tout se passe comme si les rayons lumineux qui nous viennent des étoiles β Persée et λ Taureau subissaient dans l'espace céleste une dispersion dont le sens est le même que celle des milieux réfringents ordinaires, la valeur de cette dispersion étant d'ailleurs environ le triple pour λ Taureau de ce qu'elle est pour Algol.*

Il est permis d'envisager dès maintenant que, si rien ne vient infirmer ces résultats, le photomètre stellaire hétérochrome que j'ai imaginé pour ces recherches pourra être utilisé dans un domaine nouveau de l'Astronomie stellaire :

1° Cet appareil permettra, semble-t-il, d'obtenir des indications nouvelles sur les parallaxes des étoiles variables. En particulier, si l'on admet que l'espace céleste est homogène, il résulterait dès maintenant de mes expériences que la parallaxe de λ Taureau est environ le tiers de celle de β Persée. Les mesures photographiques de Pritchard assignent d'ailleurs à cette dernière la valeur approchée de 0",0556. Si cette valeur est exacte, on en déduirait, en la combinant avec mes mesures, que la différence de vitesse dans l'espace entre les deux extrémités du spectre visible est de l'ordre de 150^{m} par seconde.

2° L'appareil permettra également d'aborder l'étude des parallaxes des étoiles fixes, le jour (peut-être encore éloigné) où les astronomes sauront observer les protubérances ou les autres phénomènes accidentels de ces étoiles, ainsi qu'on le fait actuellement pour le Soleil.

3° La comparaison des données obtenues par cette méthode avec celles que fournissent les procédés habituels de mesure des parallaxes pourra apporter quelque lumière sur la question de savoir si l'espace intersidéral est ou non homogène en toutes ses parties, et sur la présence des masses nébuleuses obscures qui peuvent s'y rencontrer.

J'ai appris que M. Tikhof poursuit d'une manière indépendante, à l'Observatoire de Poulkovo, des recherches nouvelles sur la question de la dispersion dans le vide. Il sera intéressant d'en comparer les résultats avec ceux que j'ai moi-même obtenus.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences de courbes planes.*
Note de M. C. POPOVICI.

Je vais exposer dans la présente Note quelques résultats qui feront suite à la Note précédente et aux belles recherches de M. Carrus.

1. *Généralisation des équations linéaires.* — Considérons l'opérateur

$$U(f) = u_1(x_1, \ldots, x_n)\frac{\partial f}{\partial x_1} + \ldots + u_{n-1}(x_1, \ldots, x_n)\frac{\partial f}{\partial x_{n-1}} + \frac{\partial f}{\partial x_n}$$

et l'équation

$$D(I) = U^{n-1}(I) + a_1(x_1, \ldots, x_n)\,U^{n-2}(I) + \ldots + a_{n-2}(x_1, \ldots, x_n)\,U(I) = 0;$$

les intégrales de cette équation peuvent se séparer en deux catégories : 1° les intégrales $\varphi_k(x_1, \ldots, x_n)$ qui appartiennent à l'équation $U(\varphi) = 0$; 2° les intégrales I qui n'appartiennent pas à cette équation.

Par rapport à ces dernières, on peut énoncer les deux théorèmes suivants :

1° *Il existe une intégrale* I *telle que, pour* $x_n = x_n^0$, *on ait*

$$I = \varphi_0(x_1, \ldots, x_{n-1}), \quad U(I) = \varphi_1(x_1, \ldots, x_{n-1}), \quad \ldots, \quad U^{n-2}(I) = \varphi_{n-2}(x_1, \ldots, x_{n-1});$$

2° *Entre* $n-1$ *intégrales* I, *il existe toujours une relation de la forme*

$$C_1(\varphi_1, \ldots, \varphi_{n-1})I_1 + \ldots + C_{n-1}(\varphi_1, \ldots, \varphi_{n-1})I_{n-1} + 1 = 0.$$

2. *Recherches des courbes planes appartenant à une congruence.* — Prenons le cas le plus général, où l'on ne connaît pas même la congruence

$$\varphi_k(x_1, \ldots, x_n) = C_k^{te},$$

mais la tangente en chaque point. En d'autres termes, *trouver les intégrales qui représentent des caractéristiques planes d'une équation* $U(f) = 0$ *sans qu'on sache intégrer cette équation.*

Considérons une équation D(I), *les fonctions* $a_1, \ldots, a_{n-2}$ *étant indéterminées.* Substituons $u_1, \ldots, u_{n-2}$ à la place de I. Les équations

$$D(u_1) = 0, \quad \ldots, \quad D(u_{n-2}) = 0$$

vont nous déterminer $a_1, \ldots, a_{n-2}$. Si nous substituons maintenant u_{n-1}, le résultat ne sera plus, en général, nul. On aura

$$D(u_{n-1}) = D(x_1, \ldots, x_n),$$

$$D = \begin{vmatrix} U(u_1) & \ldots & U(u_{n-1}) \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots \\ U^{n-1}(u_1) & \ldots & U^{n-1}(u_{n-1}) \end{vmatrix}.$$

Prenons comme variables $v_1, \ldots, v_{n-1}$, D. *Pour les points de la surface* $D = 0$, *on aura une relation de la forme*

$$C_1(v_1, \ldots, v_{n-1}) u_1 + \ldots + C_{n-1}(v_1, \ldots, v_{n-1}) u_{n-1} + 1 = 0, \qquad D = 0.$$

Les trois théorèmes que j'ai énoncés dans la Note précédente résultent de ces deux égalités.

S'il existe des courbes planes parmi les intégrales du système $dx_k = u_k\, dx_n$, *celles-ci se trouvent,* SANS AUCUNE QUADRATURE, *à l'intersection des surfaces*

$$u_1 \frac{\partial D}{\partial x_1} + \ldots + u_{n-1} \frac{\partial D}{\partial x_{n-1}} + \frac{\partial D}{\partial x_n} = 0 \qquad (D = 0).$$

Pour qu'il y ait des solutions du problème, il faut que les deux surfaces se coupent. Si la première de ces équations est identiquement satisfaite, la surface $D = 0$ sera le lieu des caractéristiques planes. Si $D \equiv 0$, alors toutes les caractéristiques sont planes et nous avons donné la méthode pour trouver les intégrales. Cette méthode était au fond celle de M. Darboux, généralisée après lui avoir appliqué une légère mais essentielle simplification.

3. *Singularités des courbes planes.* — On peut classifier les congruences de courbes planes d'après l'équation

$$D(I) = U^{n-1}(I) + a_1 U^{n-2}(I) + \ldots = \begin{vmatrix} U(I) & \ldots & U^{n-1}(I) \\ U(u_1) & \ldots & U^{n-1}(u_1) \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots \\ U(u_{n-2}) & \ldots & U^{n-1}(u_{n-2}) \end{vmatrix} = 0.$$

Les fonctions $a_1, \ldots, a_{n-2}$ étant données d'avance, il existe une infinité de congruences satisfaisant à l'équation caractéristique D; elles seront données par tous les systèmes d'intégrales $(u_1, \ldots, u_{n-1})$ satisfaisant au système de $n-1$ équations aux dérivées partielles du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre

$$D(u_1) = 0, \qquad \ldots, \qquad D(u_{n-1}) = 0.$$

L'intégration de ce système ainsi que l'étude des congruences planes correspondantes donnent naissance à des propositions très intéressantes et à des résultats bien curieux qui, malheureusement, ne peuvent pas être exposés dans le cadre limité d'une Note.

Je tiens à énoncer seulement deux remarques importantes, qui s'appliquent presque dans tous les cas :

1° *Les fonctions* $a_1, \ldots, a_{n-2}$ *n'interviennent pas dans le choix des surfaces de référence (enveloppes des plans des courbes).*

2° *Les fonctions* $a_1, \ldots, a_{n-2}$ *introduisent des singularités dans les congruences de courbes; mais il ne faut pas supposer, comme on serait porté à le faire, que ce sont toujours les singularités des fonctions* a_i *et les seules qui s'introduisent* (par analogie avec les équations linéaires). *Il peut exister des singularités en dehors de celles qui appartiennent aux fonctions a, et il peut arriver qu'une singularité d'une fonction* a_k, MÊME D'ORDRE PLUS GRAND QUE k, *ne s'introduise pas dans toutes les congruences correspondantes.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur une Communication de M. Eugenio-Elia Levi.* Note de M. **E. Holmgren.**

Dans les *Comptes rendus* du 27 janvier 1908, p. 167, M. E.-E. Levi écrit au sujet de ma Note dans les *Comptes rendus* du 21 décembre 1907 :

> Dans une récente Communication, M. Holmgren donne un certain nombre de résultats sur l'équation de la chaleur $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial z}{\partial y}$, dont une partie ont une grande ressemblance (même pour la méthode de démonstration que M. Holmgren paraît avoir suivie) avec ceux que j'ai obtenus de mon côté et que j'ai publiés, trois mois avant la Communication de M. Holmgren, dans les *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei.*
>
> C'est pourquoi je demande la permission de rappeler ici les principaux de mes résultats....

Je me permets de remarquer que j'avais, treize mois avant la Communication de M. Levi, donné la démonstration du résultat en question (en employant la méthode à laquelle j'ai fait allusion dans ma Communication) dans une Note (écrite en français) de l'*Arkiv for matematik*, t. III (¹) (com-

(¹) Comme je l'ai dit dans cette Note, le résultat (en ce qui concerne le problème analogue au problème de Dirichlet) est un cas très particulier d'un théorème sur les équations paraboliques aux coefficients variables énoncé (sans démonstration) par M. S. Bernstein (*Comptes rendus*, 16 janvier 1905, p. 137).

muniquée le 12 septembre 1906). J'avais dû rappeler ce résultat dans ma Communication pour faire voir quel chemin j'avais suivi pour démontrer les résultats nouveaux y contenus.

Je remarque aussi que j'avais expressément cité cette Note de l'*Arkiv* dans ma Communication.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. E. Picard.

1. On sait que Briot et Bouquet sont arrivés à établir, dans des cas très étendus, une réduction des équations différentielles du premier ordre à des formes simples que l'on peut aisément étudier (*Journal de l'École Polytechnique*, t. XXI, p. 161).

Parmi ces formes il y en a une très intéressante à cause des circonstances particulières qu'elle présente, je veux dire la forme

$$x^2 y' = \alpha y + x B(x) + x B_1(x) y + B_2(x) y^2 + \ldots \qquad (\alpha \neq 0), \tag{1}$$

le second membre étant une fonction holomorphe dans le voisinage des $x = 0$ et $y = 0$ et s'annulant pour ces valeurs des x et y.

Dans son *Traité d'Analyse* (t. III) M. Picard a utilisé un exemple très particulier

$$x^2 y' = \alpha y + b x, \tag{2}$$

pour énoncer l'assertion que les équations différentielles (1) n'admettent pas, en général, une intégrale holomorphe dans le voisinage de $x = 0$ et s'annulant pour $x = 0$. M. Picard s'exprime ainsi : *La singularité $x = 0$ est en général, pour cette équation, une singularité de nature essentielle ; il y aurait là un important et difficile sujet de recherches.*

Parmi les travaux récents relatifs à la question ainsi posée, le plus important est celui de M. Dulac (*Thèse de doctorat*, Paris, 1903); mais M. Dulac s'est attaché à l'étude des intégrales non holomorphes en répétant aussi l'assertion ci-dessus mentionnée.

L'étude de l'équation

$$x^2 y' = \alpha y + x B(x) \qquad [B(x) = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots + b_n x^n + \ldots] \tag{3}$$

a conduit Briot et Bouquet à énoncer le théorème suivant :

Pour que l'équation (3) *admette une intégrale holomorphe dans le voisinage de* $x = 0$ *et s'annulant pour* $x = 0$, *il faut et il suffit que le nombre* α *soit un zéro de la fonction entière* $H(x)$ *donnée par la formule*

$$(4) \qquad H(x) = b_0 + \frac{b_1}{1}x + \frac{b_2}{1.2}x^2 + \frac{b_3}{1.2.3}x^3 + \ldots + \frac{b_n}{1.2.3\ldots n}x^n + \ldots.$$

2. J'ai entrepris des recherches pour obtenir une extension du théorème de Briot et Bouquet au cas général et je suis arrivé aux résultats suivants :

I. *Si nous désignons par*

$$\gamma_1 x + \gamma_2 x^2 + \ldots + \gamma_n x^n + \ldots$$

le développement taylorien qui satisfait formellement à l'équation différentielle (1), *la quantité* $\sqrt[n]{\gamma_n}$ *n'est jamais d'un ordre de grandeur supérieur à celui de la quantité* $\sqrt[n]{(n-1)!} = \sqrt[n]{1.2.3\ldots(n-1)}$; *j'entends par là que le rapport* $\sqrt[n]{\gamma_n} : \sqrt[n]{(n-1)!}$ *ne tend jamais vers l'infini.*

II. *Si nous supposons que les coefficients des séries, qui définissent les fonctions* $B(x)$, $B_1(x)$, $B_2(x)$, ..., *soient réels et négatifs, l'équation* (1) *ne saurait admettre une intégrale holomorphe pour aucune valeur de* α.

La méthode que j'ai utilisée pour démontrer ce théorème met en lumière la cause profonde du fait, d'après lequel le développement taylorien est, en général, divergent, puisque la restriction que ce théorème II comporte ne touche pas le fond du caractère fonctionnel et différentiel des équations les plus générales, que nous considérons ici.

III. Si nous fixons tous les coefficients de l'équation différentielle sauf α, que nous considérons comme un paramètre, nous avons encore le théorème suivant qui complète le théorème II :

Si $B_1(x) = 0$ *et si* $B(x)$ *est un polynome, l'équation différentielle* (1) *ne saurait admettre une intégrale holomorphe dans le voisinage de* $x = 0$ *et s'annulant pour* $x = 0$ *que pour les valeurs de* $u = \frac{1}{\alpha}$ *qui annulent une fonction entière* $g(u)$. *L'ensemble, donc, des valeurs de* u *pour lesquelles il y a une intégrale holomorphe est dénombrable avec un point limite unique à l'infini.*

Il y a là une extension, dans une certaine mesure, du théorème cité de Briot et Bouquet; d'autre part, nos résultats justifient, dans des cas très étendus, l'assertion mentionnée plus haut, qui ne s'appuyait jusqu'ici que sur des exemples très particuliers.

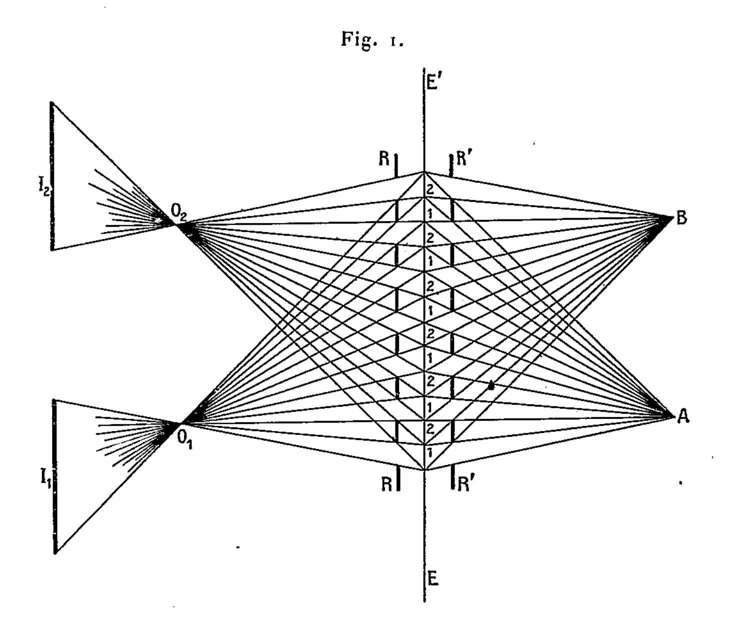
OPTIQUE. — *Images à aspect changeant par l'écran de projection à réseaux lignés.* Note [1] de M. E. ESTANAVE, présentée par M. G. Lippmann.

L'écran à réseaux lignés que j'ai fait connaître ici même [2], permettant d'obtenir le relief par la projection des images stéréoscopiques, est susceptible d'une nouvelle application.

Cette application consiste à produire, dans une même région de cet écran, une image qui change d'aspect avec l'angle de vision de l'observateur par rapport à l'écran.

Dans ses parties essentielles, cet écran est constitué de deux réseaux lignés RR, R'R' (*fig.* 1) à lignes parallèles alternativement opaques et transparentes. Ces réseaux

Fig. 1.



sont séparés par une glace dépolie EE'. Ils en sont séparés d'un espace calculé d'après le caractère des réseaux utilisés.

Deux images différentes I_1, I_2 sont projetées à l'aide de deux objectifs O_1, O_2 sur l'écran dont les lignes des réseaux sont supposées horizontales, c'est-à-dire perpendiculaires à la direction O_1O_2. Les objectifs sont suffisamment rapprochés pour donner

(1) Présentée dans la séance du 17 février 1908.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 644.

sur l'écran deux images qui empiètent l'une sur l'autre ou mieux se superposent sensiblement dans une même région.

L'image de I_1 se produit sur la glace dépolie EE' en une image incomplète formée de lignes-images notées 1, 1, 1, ... enchevêtrées et alternées avec les lignes-images notées 2, 2, 2, ... provenant de l'image de I_2. Les conditions sont réalisées pour que les bandes 1, 1, 1, ... n'empiètent pas sur les bandes 2, 2, 2, ...

D'après cela, un observateur, dont la ligne des yeux est sensiblement parallèle aux lignes des réseaux, verra à travers les espaces clairs du réseau R'R' les lignes-images notées 1, 1, 1, ... ou les lignes-images notées 2, 2, 2, ... suivant qu'il occupera la position A ou la position B.

Autrement dit, suivant que l'angle de vision de l'observateur par rapport à l'écran aura changé, il verra soit l'image de I_1, soit l'image de I_2. Grâce à la finesse des traits des réseaux, les lignes-images qui constituent les images de l'écran sont suffisamment voisines pour que ces images incomplètes paraissent continues.

On peut obtenir le même résultat en laissant l'observateur fixe et en faisant pivoter légèrement l'écran autour d'un axe horizontal.

Le procédé indiqué dans une Note précédente, pour obtenir un stéréogramme-parallaxe, en partant d'un couple stéréoscopique ordinaire, permet aussi d'obtenir une diapositive à image composite qui, observée à travers un réseau ligné à lignes horizontales, offre une image à aspect changeant, c'est-à-dire présente le phénomène qu'on perçoit sur l'écran. Le mode opératoire est le même; il suffit toutefois de remplacer les deux images stéréoscopiques par les deux dessins ou objets dont les images doivent constituer les deux aspects de l'image changeante.

PHYSIQUE. — *Influence de la lumière solaire sur le dégagement et sur l'orientation des molécules gazeuses en dissolution dans l'eau de mer.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Lippmann.

En poursuivant mes expériences sur le rôle des pigments chez les animaux et les végétaux marins, j'ai constaté un phénomène, d'ordre purement physique, qui me paraît mériter d'être signalé, s'il ne l'a été déjà.

En plongeant des tubes à essais ordinaires contenant des solutions colorées différemment dans de l'eau de mer, on voit, après une exposition au soleil de 45 minutes à 1 heure, quelquefois plus tôt, se déposer des bulles gazeuses sur la paroi externe des tubes, où elles restent pendant

longtemps assez fortement adhérentes. Le phénomène se produit aussi dans l'eau douce.

Mais ce qui m'a frappé, ainsi que les personnes qui assistaient à mes expériences, c'est que les tubes renfermant des solutions vertes se couvraient de fines bulles gazeuses plus vite et en beaucoup plus grande abondance que les autres. Sur la paroi externe, et même sur la paroi interne des tubes verts, les bulles étaient si nombreuses qu'elles se touchaient et qu'il en résultait un dégagement *simulant* celui qui se fait à la surface d'algues vertes plongées dans l'eau et exposées au soleil.

L'expérience peut être disposée de la façon suivante pour que les conditions de milieu soient identiques dans tous les récipients colorés diversement :

Dans une cuve de verre à faces parallèles remplie d'eau, on introduit des éprouvettes renfermant des solutions colorées. Ces éprouvettes sont semblables et placées à des distances égales dans l'ordre suivant, de gauche à droite : rouge, jaune, vert, bleu.

Dans l'expérience n° 1, la substance verte était de la chlorophylle d'algues marines en dissolution dans l'alcool.

Dans l'expérience n° 2, on a employé une solution de chlorure de nickel et enfin, dans une troisième, une solution de vert Lumière.

Le contenu des autres tubes était coloré par la coccinine, l'orange *g*, le carmin d'indigo, le bleu de méthylène, le violet de gentiane, etc., en solution dans l'eau.

La paroi antérieure de la cuve était exposée de manière que les tubes fussent tous frappés directement par la lumière solaire traversant l'eau dans laquelle ils baignaient jusqu'à leur partie supérieure.

Pendant les expériences, la température de la cuve s'est élevée de 10° à 18° en moyenne.

La photographie n° 1, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, montre que les bulles appliquées sur la paroi du tube vert sont infiniment plus nombreuses que celles qui se trouvent sur le tube voisin renfermant du jaune : en outre, la position occupée n'est pas la même. A la surface de l'éprouvette rouge, on ne distingue que deux bulles; sur la bleue, il y en avait davantage que sur la rouge et la jaune, mais elles étaient disséminées sur toute la surface et avaient un diamètre plus grand.

Dans l'expérience n° 2, l'apparition des bulles sur la paroi du tube vert est plus démonstrative encore, ainsi que le montre la photographie.

Il s'est bien déposé quelques bulles sur la paroi de la cuve à faces parallèles, mais elles étaient relativement rares et disséminées sans ordre.

Étant donnée la composition des gaz dissous dans l'eau, les bulles gazeuses ainsi dégagées sont forcément très riches en oxygène.

D'après diverses expériences, que M. Lippmann a eu la bienveillance de me suggérer, il semble bien que ce dégagement gazeux localisé sur les tubes verts soit dû à l'absorption élective des radiations calorifiques et non à un phénomène d'adsorption.

Pourtant, en substituant à l'eau simplement aérée de l'eau chargée d'acide carbonique, il s'est bien dégagé, au soleil, des bulles gazeuses, mais elles ne se sont pas accumulées sur le tube vert.

En tous cas, le dégagement gazeux sur les parois des tubes verts produit nécessairement un appel de l'oxygène vers celles-ci. On est en droit de penser, croyons-nous, que le dégagement est de nature à exercer une action sur le rôle physiologique des pigments colorés des organismes et sur les phénomènes de respiration tégumentaire qui s'y rattachent, par exemple, dans le cas de *Bonellia viridis* exposées aux radiations solaires, dont j'ai parlé autre part (¹).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les courbes de radioactivité induite obtenues par MM. Sarazin et Tommasina.* Note de M. J. **Danne**, présentée par M. Lippmann.

Dans un récent travail (²) MM. Sarazin et Tommasina ont étudié la loi de désactivation de corps activés par l'émanation du radium.

Les corps employés sont des fils métalliques nus ou recouverts d'un isolant tel que le caoutchouc ou la paraffine. On les active sous potentiel positif ou négatif. Le fil activé, enroulé en spirale, est disposé à une certaine distance du cylindre isolé d'un électroscope d'Elster et Geitel. On peut interposer des écrans en toile métallique entre le cylindre et le fil activé. Les mesures sont faites en donnant alternativement à l'électroscope une charge positive et une charge négative. Si l'on représente graphiquement les résultats en portant en abscisses les temps et en ordonnées les logarithmes du courant mesuré à l'électroscope, on constate que la courbe reliant les points obtenus avec une charge positive n'est pas la même que celle obtenue avec une charge négative. La valeur du courant est plus grande pour une charge d'un signe donné de l'électroscope que pour une charge de signe contraire.

Le fait de charger positivement ou négativement l'électroscope ne peut modifier, en aucune façon, la loi de désactivation des corps activés ; il faut donc rechercher l'explication de ces expériences dans d'autres phénomènes.

J'ai entrepris, au laboratoire de Mme Curie, quelques expériences dont

(¹) Sur l'action de la lumière sur le pigment vert fluorescent de *Bonellia viridis* et sur l'émission de pigment par certains vers marins exposés à la lumière solaire (*Bull. Soc. de Biol.*, t. LXII, p. 654).

(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 420 et 480 ; *Arch. des Sc. phys. et nat.*, novembre 1907.

les résultats prouvent que les phénomènes observés par MM. Sarazin et Tommasina peuvent facilement s'expliquer en considérant la distribution du champ dans les différentes parties de l'appareil de mesure.

Cas des corps recouverts d'un diélectrique. — J'ai répété, dans des conditions un peu différentes, les expériences de MM. Sarazin et Tommasina [1]. Les résultats obtenus sont conformes à ceux de ces auteurs. Ils peuvent s'expliquer de la façon suivante : pendant l'activation, l'émanation crée dans le gaz des ions des deux signes. Si l'on porte le fil à un haut potentiel, le champ qui en résulte entraîne les ions d'un signe sur le diélectrique. Pendant la désactivation, les charges accumulées peuvent se libérer sous l'influence d'un champ de sens inverse au champ établi pendant l'activation; elles contribuent alors à accroître le courant. Un champ de même sens que le champ établi pendant l'activation tend à être annulé par les charges réparties sur le diélectrique. L'expérience suivante confirme cette manière de voir.

Une lame de cuivre recouverte d'une mince couche de paraffine, portée à un potentiel négatif de 900 volts, est placée à une petite distance d'une lame de polonium en communication avec le sol. Trois heures après, on constate que la lame est chargée positivement. Sous l'influence du champ, les ions positifs se sont fixés sur la paraffine. Si la lame est placée dans un condensateur à plateaux avec un champ de sens inverse au premier, elle abandonne peu à peu ses charges. Le départ des charges se traduit dans le condensateur par la production d'un courant qui va constamment en diminuant.

Il résulte de cette expérience que, pour un sens déterminé du champ, la disparition des charges simule un phénomène de radioactivité induite. Cependant, il y a une différence fondamentale entre les deux phénomènes. La radioactivité induite est caractérisée par une loi de désactivation invariable, identique pour les deux sens du champ. La décharge d'un diélectrique chargé est essentiellement variable avec les conditions extérieures; en outre, la décharge n'a lieu que pour un sens déterminé du champ.

Dans le cas des corps activés, un seul sens du champ favorise le départ des charges et c'est pour ce sens que le courant est maximum. Pour un champ de sens inverse, le courant est très faible au début; en effet, non seulement les charges réparties sur le diélectrique ne peuvent quitter le diélectrique, mais de plus elles tendent à annuler le champ dans le conden-

---

(1) Le détail des expériences et leur représentation graphique seront publiés dans *Le Radium*.

sateur. A mesure que les charges disparaissent, le courant augmente de valeur jusqu'à ce que toutes les charges soient dissipées; à ce moment, la courbe rejoint et se superpose à la courbe obtenue par le champ de sens inverse.

Une longue activation et un potentiel élevé sont des conditions avantageuses pour obtenir deux branches nettement séparées.

Cas des toiles métalliques. — Les phénomènes observés dans ces conditions sont attribuables à un entraînement des ions d'un signe au travers des mailles de la toile métallique. L'excès des ions d'un signe dans l'espace compris entre la toile métallique et le plateau supérieur du condensateur en communication avec l'électromètre est la cause de la dissymétrie du courant dans cet espace.

L'entraînement des ions est provoqué par un champ local résultant d'une force électromotrice de contact entre la substance active et la toile métallique. La grandeur et la direction du champ local et par suite le signe des ions entraînés vers la toile dépendent de la grandeur et du sens de la force électromotrice de contact.

Si l'on applique entre la toile métallique et la substance active une force électromotrice égale ou supérieure et de sens inverse à la force électromotrice de contact, on supprime la dissymétrie des courants.

Ces résultats permettent d'expliquer les observations relatives à la loi de désactivation d'une lame activée lorsqu'on mesure la valeur du courant au travers d'une toile métallique. Supposons que la lame activée soit en cuivre, qu'elle soit placée à une certaine distance d'une toile métallique en fil de fer galvanisé, et qu'on mesure le courant entre la toile métallique et le plateau supérieur d'un condensateur en communication avec l'électromètre. La force électromotrice de contact entre cuivre et zinc produit un champ dirigé du zinc au cuivre, les ions positifs compris dans ce volume se dirigent vers le zinc; si le champ extérieur entre la toile et le plateau supérieur est de même sens que le champ local, les ions positifs peuvent pénétrer au delà de la toile, ils sont alors recueillis par l'électromètre et contribuent à augmenter le courant. Si le champ est de sens inverse, les ions positifs sont arrêtés par la toile métallique.

La loi de désactivation est la même pour les deux sens du champ, lorsqu'on mesure l'intensité du rayonnement au travers d'une toile métallique, à condition toutefois d'établir entre la toile et la lame activée un champ de sens inverse au champ dû à la force électromotrice de contact.

MM. Sarazin et Tommasina ont indiqué différents résultats obtenus en

utilisant des corps recouverts d'un diélectrique, activés sous charge positive ou négative, dont ils étudiaient la loi de désactivation au travers de toiles métalliques. Les phénomènes observés s'interprètent facilement au moyen des résultats précédents.

ÉLECTRICITÉ. — *Fonctionnement du détecteur électrolytique; influence de la température.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

L'électrode sensible du détecteur électrolytique Ferrié est, comme on sait, constituée par une pointe de platine très fine plongeant dans une solution d'acide sulfurique; l'autre électrode est à large surface. Un transformateur reçoit les ondes de l'antenne et élève leur potentiel. Le détecteur est placé dans le circuit secondaire, qui contient aussi un condensateur réglé de façon à accorder les oscillations de ce circuit sur celles des ondes que l'on reçoit.

Ce détecteur est polarisé en permanence par un circuit auxiliaire, la pointe étant positive, et l'on règle la polarisation, au voisinage de 2 ou 3 volts, vers la limite indécise de l'électrolyse franche, à partir de laquelle la polarisation ne peut plus être augmentée qu'avec un courant permanent d'intensité beaucoup plus grande. Un téléphone est interposé dans le circuit polariseur, et l'on entend un son au passage de chaque train d'ondes.

Le mode d'action des ondes paraît être celui-ci, au moins pour les ondes faibles :

La self-induction du téléphone tend à s'opposer au passage des oscillations, et, pendant toute leur durée, si elle est très brève, le circuit du téléphone peut n'être que fort peu influencé : les oscillations agissent surtout sur la dérivation sans self-induction qui contient le détecteur.

Les demi-oscillations négatives, qui tendraient à diminuer la polarisation, agissent peu sur le courant qui traverse le détecteur. Pendant les premières demi-oscillations positives, au contraire, *la polarisation de la pointe est accrue,* et le courant augmente notablement. Mais *le supplément de courant n'est pas alimenté par le circuit polariseur, il est fourni par le circuit oscillant.* Le condensateur, qui était chargé positivement, et qui a fourni du courant positif, doit donc être partiellement déchargé. On peut dire aussi qu'il a pris une charge négative supplémentaire.

Pendant que le train d'ondes achève de passer, cette charge négative se partage entre le condensateur et le détecteur, qui fonctionne maintenant comme capacité électrolytique, et la polarisation est, en définitive, diminuée.

Le circuit polariseur est alors obligé de fournir rapidement la quantité d'élec-

tricité nécessaire pour recharger le détecteur et le condensateur au voltage normal, et c'est ce courant de recharge que l'on entend au téléphone.

Il résulterait de cette manière de voir qu'un détecteur pourrait être à peu près caractérisé par deux quantités :

1° sa capacité de polarisation au voisinage du voltage normal ;

2° sa résistance ohmique intérieure, en série avec la capacité.

Ces deux éléments ont pu être déterminés, pour des forces électromotrices alternatives voisines du centième de volt, avec une fréquence de 500 périodes par seconde, au moyen de notre galvanomètre à courants aternatifs, muni des dispositifs décrits dans une précédente Communication faite en commun avec M. Devaux-Charbonnel (1).

Voici quelques résultats de cette étude :

Des détecteurs de différentes fabrications, mais de sensibilités comparables, sont étudiés au voisinage immédiat de leur polarisation normale, avec des forces électromotrices alternatives de l'ordre du centième de volt. Ils se comportent vis-à-vis de ces forces électromotrices comme le ferait une capacité de *quelques centièmes de microfarad* en série avec une résistance de *plusieurs milliers d'ohms.*

Sans polarisation, la résistance reste à peu près la même, tandis que la capacité diminue notablement.

Des détecteurs à gros fil ont une capacité plus grande et une résistance plus faible. La variation de ces quantités est un peu moins rapide que la variation de surface de l'électrode sensible.

Influence de la température. — Des détecteurs ont été chauffés à 120°. Leur capacité a augmenté jusque vers $\frac{1}{2}$ microfarad; *mais leur augmentation de capacité ne nuit pas à la sensibilité des détecteurs* (2).

La résistance a, par contre, beaucoup diminué, comme on devait s'y attendre. Elle est tombée à quelques centaines d'ohms.

Grâce à la très aimable collaboration de M. le capitaine Ferrié, les détecteurs chauffés à 120° ont pu être essayés au poste de télégraphie sans fil de la tour Eiffel.

Nous avons alors constaté que, à sensibilité égale, leur faible résistance intérieure permet d'obtenir un accord plus étroit de la résonance, une syntonie plus parfaite, ce qui peut présenter, pour certaines transmissions, un avantage assez sérieux.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLIV, 1907, p. 1209.

(2) Voir, notamment, sur ce sujet, le travail récent de M. C. Tissot (*Journal de Physique,* 1908, p. 46).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les poids atomiques de l'azote, de l'oxygène et du carbone.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le Comité international des Poids atomiques vient d'abaisser enfin le poids atomique de l'azote à 14,01, pour $O = 16$, au lieu de 14,044 admis antérieurement d'après Stas.

J'ai montré dès 1897 que, si l'on admet pour le carbone $C = 12,004$, le poids atomique de l'azote est 14,005, et l'erreur sur ce nombre ne me paraît pas devoir dépasser deux unités sur la dernière décimale. Mais on s'était refusé à l'adopter parce qu'il était obtenu par une méthode purement physique. C'est seulement depuis que M. Guye a trouvé par des méthodes chimiques, moins précises d'ailleurs, des nombres à peu près concordants dont la moyenne était légèrement inférieure à 14,01 que la Commission s'est décidée à apporter au nombre de Stas les $\frac{7}{8}$ de la correction que j'avais proposée.

Voyons maintenant la valeur qui en découle pour le poids atomique du carbone.

Le rapport ρ des volumes moléculaires de l'oxyde de carbone et de l'azote dans les conditions normales est compris entre 0,9999 et 1. Le rapport des densités de ces deux gaz est, d'après mes déterminations,

$$\delta = \frac{0,96702}{0,96717} = 0,99985.$$

Lord Rayleigh a trouvé un nombre pratiquement identique : 0,99979.

Le poids moléculaire de l'oxyde de carbone est donc

$$CO = 2\,Az \times \rho \times \delta,$$

compris entre

$$28,02 \times 0,99985 = 28,016$$

et

$$28,02 \times 0,9999 \times 0,99979 = 28,011.$$

On en déduit que le poids atomique du carbone est compris entre 12,011 et 12,16, au lieu de 12,004 admis dans mon travail, d'après Stas et Van der Plaat.

Cet écart semble-t-il compatible avec la précision des déterminations de ces savants? Dans le cas de l'affirmative, il serait préférable d'admettre pour

le carbone le nombre entier 12,000. On en déduirait pour le poids atomique de l'azote un nombre compris entre 14,002 et 14,004, dont l'excès sur le nombre entier 14 est trop faible pour qu'on puisse affirmer son existence.

En ce qui me concerne, je n'ai pas cru jusqu'ici devoir me ranger à cet avis.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxybromure de phosphore.* Note de M. E. **Berger**, présentée par M. G. Lemoine.

Le seul procédé connu de préparation de l'oxybromure de phosphore consiste à hydrater partiellement le pentabromure en le distillant, soit avec de l'acide oxalique desséché, soit avec de l'acide acétique. Entre autres inconvénients, ce procédé a celui de perdre 2^{at} de brome du pentabromure à l'état d'acide bromhydrique.

I. J'ai réussi à préparer avantageusement l'oxybromure de phosphore en faisant agir l'anhydride phosphorique sur le pentabromure

$$3PBr^5 + P^2O^5 = 5POBr^3.$$

Dans la cornue d'un appareil distillatoire on mélange les deux corps, l'anhydride phosphorique en léger excès. On chauffe jusqu'à apparition de vapeurs de brome provenant d'un commencement de dissociation du pentabromure. La masse se liquéfie peu à peu : au bout de 4 à 5 heures la réaction est terminée et l'on distille.

On rectifie le produit brut sur un peu d'anhydride phosphorique et l'on recueille ce qui passe vers 190°. Le rendement atteint 85 pour 100.

Les cristaux orangés obtenus sont placés dans la douille d'un entonnoir et lavés avec de l'éther bien anhydre et exempt d'alcool; puis on les écrase entre deux plaques poreuses. Cette opération est faite par une journée de froid sec, de façon à éviter l'altération des cristaux par l'humidité. Elle a pour but de débarrasser complètement le produit de pentabromure, résultat que des distillations répétées ne permettent pas d'obtenir.

II. Les cristaux ainsi purifiés et conservés en tube scellé sont parfaitement incolores. Ils fondent à 55°-56°; le point d'ébullition sous 774^{mm} est 189°,5. L'analyse a donné pour 100 : 83,2 de brome et 10,85 de phosphore (théorie 83,61 et 10,8). La densité de vapeur, prise avec l'appareil de Meyer dans le benzoate d'amyle (233°), a été trouvée normale : 10,11. Calculée : 9,94.

III. J'ai déterminé la chaleur de formation de l'oxybromure de phosphore en effectuant sa décomposition par l'eau. Deux déterminations très concor-

dantes m'ont donné

$$\mathrm{POBr^3 + 3H^2O = PO^4H^3 + 3HBr + 75900^{cal}}\ (^1).$$

En se servant des données de Berthelot (*Thermochimie*, t. II, 1897, p. 45, 53, 114, 143), on trouve

$$\mathrm{P\ sol + O + Br^3\ gaz = POBr^3\ sol + 120750^{cal}},$$
$$\mathrm{P\ sol + O + Br^3\ liq = POBr^3\ sol + 109650^{cal}},$$
$$\mathrm{PBr^3\ liq + O = POBr^3\ sol + 64850^{cal}}.$$

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les causes essentiellement chimiques de la transformation allotropique du phosphore blanc dissous dans l'essence de térébenthine.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

J'ai montré que le phosphore blanc dissous dans l'essence de térébenthine rectifiée se transforme en phosphore rouge à la température de 250° à 300° (*Comptes rendus*, 1908, p. 71). La cause de cette transformation irréversible pouvait être l'état d'équilible instable qu'on attribue au phosphore blanc et qui est maintenu par une sorte de viscosité, par un frottement chimique, que la chaleur fait cesser. C'est du moins ce que j'avais pensé tout d'abord; mais les particularités du phénomène que j'ai étudié sont en désaccord avec l'hypothèse d'un frottement.

J'ai dit, en effet, que lorsqu'on atteint la température de 250° suffisante pour faire cesser le frottement, il faut attendre 50 heures avant de constater la moindre transformation, et qu'ensuite le dépôt apparaît, s'accentuant rapidement, vers la cinquante-cinquième heure. Si l'on élève la température à 280°, malgré l'atténuation plus considérable du frottement, le dépôt n'apparaît pas encore au bout de 4 heures; il ne se précipite que vers la cinquième heure.

Cette allure n'a rien de commun avec les effets du frottement. Dès que le frottement est vaincu, le mobile se met en marche immédiatement; et si, au lieu d'un mobile, on est en présence de molécules, l'effet est d'autant plus apparent que les molécules

(1) M. Ogier (*Comptes rendus*, t. XCII, 1881, p. 85) avait trouvé pour cette détermination 79700^{cal}. Je pense que cette différence provient de ce que son produit contenait un peu de pentabromure, qui, à poids égal, a une chaleur d'hydratation plus considérable.

en mouvement (en voie de transformation) sont plus nombreuses; de sorte que c'est au début du chauffage, et non 50 heures plus tard, que l'action doit surtout se manifester. Il convient donc de chercher, en dehors de la mécanique du frottement, les causes de la métamorphose du phosphore blanc dissous.

Elles tiennent plutôt soit à un état intermédiaire du phosphore, soit à la formation d'autres corps transitoires qui s'accumulent dans les tubes à la suite d'une lente réaction du phosphore dissous sur le solvant. En effet, à l'ouverture des tubes, j'ai toujours constaté la présence simultanée d'hydrogène et de phosphure gazeux PH^3 en faible quantité; et la formation de ces gaz, du dernier surtout, m'a paru étroitement liée à celle du phosphore rouge. On peut admettre que PH^3 se dédouble en phosphore rouge avec dégagement d'hydrogène naissant qui régénère le gaz primitif au contact du phosphore dissous (1); peut-être encore se fait-il du phosphore solide qui à 250° se scinde en phosphore rouge et phosphure gazeux.

Pour constater ce rôle actif des composés phosphorés, j'ai rempli de gaz PH^3 un tube effilé aux deux bouts dans lequel j'ai ensuite aspiré une solution térébenthinique de phosphore à 2 pour 100. Après l'avoir scellé à la lampe, je l'ai chauffé à 240° au sein de la solution initiale à 2 pour 100. Au bout de 4 heures, le tube phosphoré intérieur a donné un abondant dépôt rouge, tandis que la solution extérieure est restée limpide après 12 heures, même à 250°. En variant la dose de phosphure PH^3, j'ai pu obtenir en 3 heures un dépôt rouge à la température de 230°, relativement basse.

L'hydrogène pur et sec joue un rôle moins actif que PH^3.

Le phosphore rouge, préparé en dehors de ces gaz, a toujours une odeur sensible et une densité trop faible (2). J'ai supposé qu'il devait retenir un des états transitoires par lesquels le phosphore blanc passe pour arriver à la variété rouge, et, pour m'en assurer, j'ai chauffé le corps sec dans le vide. A mesure que la distillation se fait, il se dégage un gaz phosphoré très odorant dont le volume ne dépasse pas celui du solide générateur; en même temps il se dépose, à la partie supérieure de la trompe à mercure, une poussière jaune qui rappelle le phosphure solide P^2H. C'est bien là ce que j'avais

(1) Cette réaction, comme la suivante, est classique.

(2) Les changements de nuances et les variations de densités constatés par MM. Troost et Hautefeuille se retrouvent sur le phosphore rouge formé au sein du térébenthène. Sur un échantillon préparé entre 250° et 260°, j'ai trouvé après des lavages nombreux et variés une densité de 2,095. La faiblesse de ce nombre, inférieur à la densité normale, est ici certainement due à une cause analogue à celle qu'a signalée M. Le Chatelier à propos du graphite, comme le démontre l'effet du vide.

prévu, et l'on voit que le changement d'état allotropique du phosphore dissous, loin d'être dû à une simple condensation moléculaire, apparaît plutôt comme la résultante d'une succession d'actions chimiques formant un cycle fermé.

Cette conclusion entraîne des conséquences qu'une explication mécanique ne laisse pas prévoir. Si j'empêche ou si j'atténue la formation des composés hydrogénés nécessaires au mécanisme de la transformation, celle-ci ne se fera plus ou sera très ralentie. C'est effectivement ce qui arrive quand on dirige sur l'oxygène la faculté réductrice du phosphore en le mettant en contact avec un solvant oxygéné. J'ai réussi à maintenir pendant 25 heures (1), à 305°-310°, un poids de $0^g,9$ de phosphore blanc, sans constater trace de phosphore rouge au sein du liquide, et à recueillir $0^g,3$ de phosphore blanc inaltéré, déposé par refroidissement, en prenant pour dissolvant le benzoate d'éthyle.

En résumé, ce cas si simple de transformation irréversible ne se rattache pas à la mécanique du frottement, comme on le croirait à première vue, mais il relève de phénomènes chimiques à cycle fermé où la qualité du solvant domine l'effet, pourtant si actif, de la température.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une modification isomérique de l'acide hypovanadique hydraté.* Note de M. **Gustave Gain**, présentée par M. Alfred Ditte.

Dans une précédente Communication (2) j'ai indiqué l'existence et la préparation de l'acide hypovanadique hydraté cristallisé $V^2O^4, 2H^2O$. Cet acide possède une belle couleur *rose lie de vin*.

J'avais été frappé de ce fait que, conservé à l'abri de l'humidité de l'air, il perdait au bout de quelques jours sa belle couleur rose pour prendre définitivement une teinte *vert olive*.

Je pensai d'abord que ce changement de teinte était dû à une hydratation, mais le phénomène se reproduisit encore sur la matière bien desséchée et conservée en tube scellé. L'altération se produisait en un point quelconque

(1) Il faut ouvrir plusieurs fois les tubes pour diminuer la pression. Je reviendrai sur ce point.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 823.

de la masse et se poursuivait graduellement jusqu'à transformation complète.

Dans ce cas, il était difficile d'admettre qu'une hydratation quelconque ait pu se produire; il fallait donc chercher ailleurs la cause de cette transformation; les différentes expériences et mesures que j'ai faites m'ont permis de conclure que *l'hydrate, sous sa forme verte, n'était autre qu'une modification isomérique de l'hydrate sous sa forme rose.*

Je m'assurai d'abord de la composition de cette forme verte; l'analyse m'a montré qu'elle était rigoureusement la même que celle de la forme rose et qu'elle répondait, par conséquent, à la même formule $V^2O^4, 2H^2O$:

	Forme verte.		Forme rose.		Calculé pour
	Analyse I.	Analyse II.	Analyse I.	Analyse II.	$V^2O^4, 2H^2O$.
V^2O^4........	82,45	82,75	82,33	81,98	82,17
H^2O.........	17,54	17,24	17,66	18,02	17,84

Des mêmes poids d'hydrate rose et d'hydrate vert, placés comparativement d'abord dans l'air sec et ensuite dans l'air ordinaire, ont été mis en observation pendant plusieurs mois et pesés régulièrement toutes les semaines; dans les deux cas, aucune variation de poids ne fut relevée.

Chacune des formes soumise à l'action de la chaleur abandonne une première molécule d'eau vers 140° à 150°, pour se transformer en une matière noir bleuâtre, qui est du tétroxyde de vanadium monohydraté $V^2O^4.H^2O$.

		Trouvé.	
	Calculé.	Forme rose.	Forme verte.
V^2O^4..........	90,21	89,65	89,83
H^2O...........	9,78	10,34	10,16
	99,99	99,99	99,99

Sous l'action d'un courant d'hydrogène vers 200° à 250°, la deuxième molécule d'eau disparaît et il reste, dans les deux cas, une poudre noire insoluble dans l'eau, très peu soluble dans les divers acides, même bouillants, qui n'est autre que le tétroxyde de vanadium anhydre V^2O^4.

Les déterminations thermochimiques m'ont, elles aussi, donné d'intéressants résultats; car il était naturel de penser, comme l'avait fait M. Recoura à propos de ses remarquables travaux sur le sesquioxyde de chrome, que, si la forme verte était une transformation isomérique de la forme rose, cette

transformation devait être accompagnée d'un mouvement thermique dans un sens ou dans l'autre.

Pour faire ces mesures, j'ai dissous successivement dans le calorimètre un même poids d'hydrate rose et d'hydrate vert dans un même poids d'acide sulfurique.

Les conditions les plus favorables pour l'expérience étaient celles qui correspondaient à 2^{mol} SO^4H^2 pour 1^{mol} de tétroxyde.

J'ai ainsi trouvé que l'hydrate rose, en se combinant à 2^{mol} SO^4H^2 pour former le sulfate $2SO^3V^2O^4$, dégageait $12^{Cal},62$ et que l'hydrate vert dans les mêmes conditions dégageait seulement $10^{Cal},89$.

Toutefois, la différence entre ces deux nombres ne représente pas rigoureusement la quantité de chaleur qui accompagne la transformation, car l'état final n'est pas le même. En effet, l'hydrate *rose* donne une dissolution *bleu d'azur* et l'hydrate *vert olive* une dissolution *verte*, rappelant comme couleur celle de certains sels de nickel.

De ces premières mesures nous tirons cette conclusion intéressante : que la transformation isomérique se poursuit et persiste jusque dans les sels qui proviennent de l'une ou l'autre forme.

Cependant, nous allons voir qu'il est possible d'atteindre un même état final.

Si dans les deux sulfates en dissolution on ajoute la quantité théorique de potasse nécessaire pour saturer exactement l'acide sulfurique contenu dans la liqueur, on arrive, au bout d'un temps plus ou moins long, à un même état final, qui se traduit par la décoloration complète des deux liqueurs avec production intermédiaire, d'hypovanadate de potasse.

Le même résultat est atteint en 3 ou 4 minutes, si au lieu d'ajouter la quantité théorique de potasse on en ajoute le double. Les liqueurs finales sont limpides et incolores, et il n'est plus possible de distinguer l'une de l'autre par une particularité quelconque. Les diverses réactions tant au point de vue thermochimique qu'au point de vue coloration ou autres, essayées sur chacune, se produisent rigoureusement de la même façon, avec un parallélisme frappant; le même état final est atteint, la molécule est redevenue identique à elle-même.

Voici maintenant les divers résultats obtenus :

La quantité de chaleur provenant de la combinaison du sulfate bleu avec la potasse, dans les proportions indiquées ci-dessus, est de $16^{Cal},92$; celle correspondant au sulfate vert avec la même quantité de potasse est de $18^{Cal},56$; la transformation isomérique elle-même est donc accompagnée d'un dégagement de chaleur de $1^{Cal},64$, et nous pouvons conclure que l'acide hypovanadique, sous sa forme instable rose, dégage, pour se transformer sous sa forme stable verte, une quantité de chaleur égale à $1^{Cal},64$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le lutécium et le néoytterbium.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à la séance du 4 novembre 1907 à l'Académie, j'ai montré que l'ytterbium de Marignac était un mélange de deux éléments que j'ai définis nettement par un ensemble de caractères spectraux et par des valeurs approximatives de leurs poids atomiques. J'ai donné à l'élément de poids atomique voisin de 174 le nom de *lutécium* et le nom de *néoytterbium* à l'élément de poids atomique plus faible. En conservant dans cette dernière dénomination le terme d'ytterbium, je laissais à Marignac le bénéfice de sa découverte fondamentale.

Je donnerai dans cette Note quelques détails qui n'ont pu figurer, malgré leur importance, dans ma première Communication nécessairement très résumée.

Ces recherches sur l'ytterbium remontent à l'année 1904, époque à laquelle j'ai commencé les traitements des terres du xénotime d'où j'ai extrait l'ytterbine comme matière première. Les premiers traitements ont servi à éliminer les terres du groupe cérique, le gadolinium, le terbium, le dysprosium et le holmium. J'y suis parvenu par la cristallisation fractionnée des éthylsulfates. Les dernières eaux mères ne renferment que de l'yttrium, de l'erbium, du thulium et les ytterbiums. La majeure partie de l'yttrium a été éliminée par des pyrogénations fractionnées des nitrates : les nitrates des terres de poids atomiques élevés étant plus aisément décomposés que le nitrate d'yttrium dans l'acide nitrique de densité 1,3. Ces terres ont ensuite été fractionnées par la cristallisation des nitrates à 5^{mol} d'eau. Cette méthode permet de séparer en quelques mois la majeure partie de l'ytterbium brut qui se concentre dans les eaux mères. L'ytterbine brute a été ensuite fractionnée à son tour par la même méthode et répartie sur 22 fractions consécutives. Il n'a pas fallu moins de 15 000 cristallisations successives pour atteindre cet ensemble de résultats. Ce travail, extrêmement laborieux, a été complété par toute une série de mesures de spectres et de poids atomiques dont je n'ai donné que les résultats les plus saillants.

Voici les nombres obtenus dans les mesures de poids atomiques, réalisées en transformant les sulfates octohydratés en oxyde par la chaleur. Pour les calculs, les poids atomiques internationaux ont été adoptés : O = 16.

Numéros d'ordre des fractions.	Poids de sulfate octohydraté.	Poids d'oxyde.	Poids atomique.
17	1,3650	0,6859	170,66
18	1,6545	0,8352	171,89
19	1,7255	0,8722	172,42

Numéros d'ordre des fractions.	Poids de sulfate octohydraté.	Poids d'oxyde.	Poids atomique.
20	2,1674	1,0970	172,94
21	2,8650	1,4500	172,91
22	2,2545	1,1412	172,98
23	2,4411	1,2363	173,18
24	3,2193	1,6315	173,45
25	3,2743	1,6597	173,53
......	......	......	......
28	3,1227	1,5842	173,89
29	3,1565	1,6015	173,91
30	2,4756	1,2565	174,04
»	3,1267	1,5868	174,02

Depuis, par des précipitations fractionnées par la soude étendue d'une solution de sulfate d'ytterbium de poids atomique moyen 173,5 j'ai obtenu, pour les fractions extrêmes, les nombres suivants :

	Sulfate octohydraté.	Oxyde.	Poids atomique.
Tête du fractionnement (bases les plus faibles)	3,6358	1,8443	173,82
Queues du fractionnement (bases les plus fortes)	3,2868	1,6584	171,70

Le fractionnement a porté sur 16 fractions consécutives; le nombre total des précipitations fut de 240. On voit d'après cela que l'oxyde de lutécium est une base plus faible que la néoytterbine. J'ai observé entre les termes extrêmes de ce fractionnement les différences spectrales que j'ai déjà signalées entre les termes extrêmes du fractionnement des nitrates.

En déterminant avec la balance magnétique de Curie et Chéneveau la susceptibilité magnétique de ces oxydes, nous avons trouvé M. G. Jantsch et moi des différences considérables. Les deux terres se sont montrées paramagnétiques, la néoytterbine est beaucoup plus magnétique que la lutécine; les susceptibilités de mes meilleures terres sont dans le rapport $\frac{33}{13}$.

Dans la séance du 19 décembre 1907, c'est-à-dire 44 jours après ma Communication à l'Académie des Sciences de Paris, M. Auer von Welsbach a publié, sans faire allusion à mes recherches, une courte Note à l'Académie des Sciences de Vienne (*Sitzung der Mathematisch-Naturwissenschaftlich Klasse*, vom 19 Dezember 1907, n° 27, p. 468), dans laquelle il considère, ainsi que moi, l'ytterbium comme un mélange de deux éléments. Il ne les

caractérise que par des poids atomiques 174,5 et 172,9, et se borne à dire qu'il y a des différences entre leurs spectres, qu'il ne donne pas.

Il nomme le premier *aldebaranium* et le second *cassiopeïum*. L'aldebaranium est évidemment identique au lutécium et le cassiopeïum au néoytterbium.

S'il est exact que nous étudions, M. Auer von Welsbach et moi, indépendamment l'un de l'autre, la même question depuis plusieurs années, ainsi que je l'ai déjà mentionné dans ma première Note, il n'est pas moins vrai que j'ai, le premier, donné des résultats numériques qui spécifient nettement les nouveaux éléments, non seulement quant à leurs poids atomiques, mais encore à leurs différents spectres. La Communication de M. Auer von Welsbach confirmant seulement des recherches publiées antérieurement d'une façon plus précise qu'il n'est encore en mesure de le faire, il n'y avait pas lieu de proposer de nouveaux noms pour le lutécium et le néoytterbium déjà nommés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfosalicylique sur le borax.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. A. Haller.

Les auteurs qui ont étudié l'action de l'acide salicylique sur le borax ne sont pas arrivés à s'entendre sur la constitution du composé obtenu. Jahns (1), par combinaison de 1^{mol} de borax avec 4^{mol} d'acide salicylique, a fait connaître le composé : $B \begin{cases} OH \\ OC^6H^4OH \\ OC^6H^4ONa \end{cases}$. M. Adam (2), par mélange équimoléculaire de salicylate de soude et d'acide borique avec 2 parties d'eau, a préparé un borosalicylate auquel il assigne les formules $\left(C^6H^4 \begin{matrix} \diagup O - BO \\ \diagdown CO^2Na \end{matrix}\right)^n$ ou $C^6H^4 \begin{matrix} \diagup O - BO - ONa \\ \diagdown CO \quad O \end{matrix}$, cette dernière se rapprochant des émétiques. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces combinaisons, car nous estimons que la constitution du nouveau composé que nous allons faire connaître est de nature à expliquer celle plus simple des composés analogues signalés ci-dessus.

---

(1) Jahns, in *Beilstein*, t. II, 1896, p. 1496.
(2) Prunier, *Les médicaments chimiques*, t. II, 1899, p. 511.

Si l'on fait dissoudre 1^{mol} de borax dans de l'eau bouillante, et si l'on ajoute à cette dissolution 4^{mol} d'acide sulfosalicylique, dissous dans de l'alcool, on obtient par refroidissement et évaporation du mélange sous cloche au-dessus de l'acide sulfurique, de magnifiques cristaux blancs, brillants, assez peu solubles dans l'eau froide, très solubles dans l'eau tiède, à laquelle ils communiquent une acidité très manifeste. Les mêmes cristaux se produisent encore si, au lieu de 4^{mol} d'acide sulfosalicylique, on emploie 2^{mol} du même acide. L'équation suivante rend compte de leur formation :

$$(1)\quad B^4O^7Na^2 + 2\,C^6H^3\begin{cases}OH\\SO^3H\\COOH\end{cases} + 2\,H^2O = O\begin{cases}B\begin{cases}OH\\OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\COONa\end{cases}\end{cases}\\B\begin{cases}OC^6H^3\begin{cases}COONa\\SO^3H\end{cases}\\OH\end{cases}\end{cases} + 2\,B(OH)^3.$$

Avec 4^{mol} d'acide sulfosalicylique, et par analogie avec l'équation de Jahns, à propos de la préparation du borodisalicylate acide de soude, on pourrait encore expliquer la formation de ces cristaux par la formule suivante :

$$(2)\quad B^4O^7Na^2 + 4\,C^6H^3\begin{cases}OH\\SO^3H\\COOH\end{cases} + H^2O = 2\,B\begin{cases}OH\\OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\COONa\end{cases}\\OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\COONa\end{cases}\end{cases} + 2\,B(OH)^3.$$

Mais la formule (2) ne cadre pas avec les dosages acidimétriques effectués, ni avec les résultats analytiques obtenus dans le dosage du soufre. Dans l'exécution des formules (1) et (2) on observe la formation d'acide borique facile à déceler dans les eaux mères des cristaux obtenus.

Ces cristaux renferment $3\,H^2O$ de cristallisation. Ils n'abandonnent rien à l'éther sulfurique avec lequel on vient à les agiter. De même que l'acide sulfosalicylique, et mieux même que cet acide, ils constituent un réactif très sensible de l'albumine qu'ils précipitent complètement à chaud. Les solutions aqueuses et alcooliques de ces cristaux fournissent une couleur violette avec le perchlorure de fer, couleur qui disparaît par addition d'acide chlorhydrique; elles ne sont pas décomposées par l'affusion d'acides minéraux. Elles fournissent la réaction connue du curcuma avec l'acide borique.

Ces cristaux ont une réaction franchement acide. Cet acidité libre, mesurée à l'aide d'une solution alcaline titrée, et de la phénolphtaléine comme indicateur, correspond à une *double acidité* de la molécule. Au moment précis de cette première saturation, vient-on à ajouter de la glycérine dans le mélange, on constate qu'on a fait apparaître à nouveau une *double acidité* et que, pour effectuer cette seconde saturation, il faut verser la même quan-

tité d'alcali que dans la première opération : ces cristaux renferment donc deux acidités libres, et deux autres acidités révélées par la glycérine, et dues à l'acide borique. Il n'y a donc pas dans cette molécule de groupes (BO)' qui, en présence de la glycérine, ne récupèrent pas la fonction acide.

L'acide borique est copulé à l'acide sulfosalicylique et il est assez facile d'opérer la disjonction de ces deux acides : il suffit de faire passer dans la solution alcoolique des cristaux un courant de gaz acide chlorhydrique pur; on obtient, avec un dégagement de chaleur très appréciable, un précipité de chlorure de sodium et d'acide borique. D'autre part si, après filtration, on reprend le résidu de l'évaporation de la solution alcoolique par de l'éther sulfurique anhydre, ce dernier retient en dissolution de l'acide sulfosalicylique. L'équation suivante rend compte de ces faits :

$$(3)\quad O\left\langle\begin{array}{l} B\left\langle\begin{array}{l} OH \\ OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3H \\ COONa \end{array}\right. \end{array}\right. \\ B\left\langle\begin{array}{l} OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3H \\ COONa \end{array}\right. \\ OH \end{array}\right. \end{array}\right. + 2HCl + 3H^2O = 2NaCl + 2B(OH)^3 + 2\left[C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} OH \\ SO^3H \\ COOH \end{array}\right.\right].$$

Disons encore que les fonctions phénoliques de l'acide sulfosalicylique ont disparu et ne perturbent nullement la saturation des fonctions acides.

L'analyse volumétrique démontre que les cristaux d'*oxydiborodisulfonesalicylate de soude* de l'équation (1) ont quatre acidités libres en y comprenant les deux acidités de l'acide borique; la formule de l'équation (2) ne saurait leur convenir, puisqu'il n'y a qu'une acidité boriquée; de plus, le poids moléculaire d'un composé de cette formule qui renferme deux acidités absorbe une quantité d'alcali supérieure à celle qui a été nécessaire pour la saturation et qui correspond aux deux acidités de la formule (1). Enfin les résultats obtenus en pratiquant le dosage du soufre ne cadrent qu'avec la formule (1).

Dans l'oxydiborodisulfonesalicylate de soude, en dehors des quatre acidités dont nous avons parlé, il existe encore deux acidités saturées par la soude, que nous avons d'ailleurs mise en évidence dans la saponification des cristaux (3).

A propos des dosages acidimétriques, on a pu remarquer que l'introduction du groupe *sulfonique* dans la molécule acide salicylique ne permet pas de mesurer très exactement avec les indicateurs phtaléine, hélianthine et résazurine la saturation des deux fonctions acides libres. Le virage se produit un peu avant d'avoir ajouté la quantité théorique d'alcali nécessaire.

pour la saturation. Le bleu soluble dans ces titrages a à peu près la même valeur que la phtaléine. Il indique très approximativement les quatre acidités libres : les deux acidités boriquées et les deux acidités des groupes *sulfoniques*. La juxtaposition de l'acide borique et de l'acide sulfosalicylique ne modifie pas les conditions de saturation précédentes.

Les différentes considérations théoriques que nous venons de développer, les résultats acidimétriques obtenus ainsi que les nombres obtenus pour le dosage du soufre ne nous laissent aucun doute sur la constitution chimique des cristaux obtenus, qui répondent bien à la formule :

$$O\left\langle\begin{array}{l} B\left\langle\begin{array}{l} OH \\ OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3H \\ COONa \end{array}\right. \end{array}\right. \\ B-OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3H \\ COONa \end{array}\right. \end{array}\right. .$$

Le sel sodico-potassique $O\left\langle\begin{array}{l} B\left\langle\begin{array}{l} OH \\ OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3K \\ COONa \end{array}\right. \end{array}\right. \\ B\left\langle\begin{array}{l} OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l} COONa \\ SO^3K \end{array}\right. \\ OH \end{array}\right. \end{array}\right.$ s'obtient en saturant à l'ébullition une solution aqueuse des cristaux obtenus par une solution alcoolique de potasse, en présence de la phtaléine. En faisant évaporer sous cloche, on obtient à la longue de magnifiques tables cristallines, brillantes. La solution du sel sodico-potassique, additionnée de glycérine, est encore capable d'absorber de l'alcali pour la saturation des acidités boriquées.

Je termine en annonçant que j'ai obtenu des combinaisons cristallisées provenant de l'action de l'acide sulfosalicylique sur les phosphate et arséniate trisodiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypoiodeux naissant (iode et carbonate de sodium) sur quelques acides de formule générale* $R-CH=CH-CH^2-CO^2H$ (R *étant* C^6H^5 *plus ou moins substitué*). Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente (¹) j'ai montré que l'acide phénylisocrotonique $C^6H^5-CH=CH-CH^2-CO^2H$, traité en solution aqueuse par l'iode,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 140.

en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, se transforme intégralement en acide benzoylacrylique $C^6H^5-CO-CH=CH-CO^2H$. J'ai étendu cette réaction à deux autres acides ne différant de l'acide phénylisocrotonique que par des substitutions dans le noyau benzénique : les acides *p*-méthoxy- et méthylènedioxy-phénylisocrotonique. La réaction a été de tous points semblable à celle réalisée avec l'acide phénylisocrotonique; j'ai obtenu, par suite, les acides *p*-méthoxy- et méthylènedioxy-benzoylacrylique non signalés jusqu'ici.

I. *Acide p-méthoxybenzoylacrylique* (ou *anisoylacrylique*)

$$CH^3O-C^6H^4-CO-CH=CH-CO^2H.$$

Pour la préparation de cet acide, j'ai utilisé l'acide *p*-méthoxyphénylisocrotonique provenant de deux sources : une partie a été préparée par le procédé Fittig et Politis ([1]), qui m'a donné de très mauvais rendements; une autre partie, en suivant la marche ci-après :

La condensation de l'acide pyruvique avec l'aldéhyde anisique donne l'acide anisalpyruvique $CH^3O-C^6H^4-CH=CH-CO-CO^2H$ (p. de fus. anhydre, 131°). Cet acide, hydrogéné par l'amalgame de sodium, fournit, entre autres, l'acide hydroanisalpyruvique ou *p*-méthoxyphényl-α-oxyisocrotonique

$$CH^3O-C^6H^4-CH=CH-CHOH-CO^2H \text{ (p. de fus., 145°)},$$

lequel, par réduction plus avancée, conduit à l'acide cherché

$$CH^3O-C^6H^4-CH=CH-CH^2-CO^2H \text{ (rendements faibles)}.$$

Cet acide *p*-méthoxyphénylisocrotonique, mis en solution aqueuse à l'aide de la quantité suffisante de carbonate de sodium, donne, avec l'iode, la lactone iodée correspondante (p. de fus., 125°) :

$$CH^3O-C^6H^4-\underset{\underset{O}{|}}{CH}-CHI-CH^2-\underset{|}{CO}.$$
(O relié à CO, formant le cycle lactonique)

Mais, en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, on obtient l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique ([2]).

Cet acide cristallise en aiguilles jaune pâle, anhydres après dessiccation à l'air libre,

---

([1]) *Liebig's Annalen*, t. CCLV, 1889, p. 293.

([2]) Pour les détails de la préparation, voir ma Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 140). Dans cette Note j'ai indiqué, par erreur, 131° au lieu de 134° pour le point de fusion de l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique, dont je n'avais préparé alors que quelques centigrammes.

fondant à 134°. Il est à peu près insoluble dans l'eau et l'éther de pétrole, soluble dans l'alcool, l'éther, moins dans la benzine.

Sous l'influence des divers réactifs, il se comporte tout à fait comme l'acide benzoylacrylique. J'ai constaté, en particulier, que, par oxydation et par réduction, on obtient les composés attendus; de même, par ébullition avec les alcalis dilués, il se dédouble en acide glyoxylique et *p*-méthoxyacétophénone.

Il fixe HBr et donne un composé d'addition fondant vers 130°, avec décomposition, et régénérant l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique par simple dissolution dans les solutions aqueuses de carbonates alcalins.

Il se combine, molécule à molécule, à l'aniline en donnant un acide peu soluble dans l'éther, encore moins dans la benzine et fondant à 121°. Il se combine également avec l'acide cyanhydrique, la pipéridine, etc.

II. *Acide méthylènedioxybenzoylacrylique* (ou *pipéronoylacrylique*)

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CO - CH = CH - CO^2H.$$

— Pour préparer l'acide méthylènedioxyphénylisocrotonique qui m'a servi pour la préparation de l'acide pipéronoylacrylique, j'ai suivi la marche indiquée plus haut pour l'acide *p*-méthoxyphénylisocrotonique.

J'ai donc préparé les acides suivants : l'acide pipéronalpyruvique

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH = CH - CO - CO^2H,$$

beaux cristaux anhydres rouge brique (p. de fus., 161°) (¹); l'acide hydropipéronalpyruvique

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH = CH - CHOH - CO^2H \quad \text{(p. de fus., 143°)}$$

et enfin l'acide méthylènedioxyphénylisocrotonique

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH = CH - CH^2 - CO^2H,$$

lequel donne facilement, par action de l'iode sur son sel de sodium, une lactone iodée fondant à 103° :

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - \underset{\underset{\textstyle O\text{———————}}{|}}{CH} - CHI - CH^2 - \underset{\underset{\textstyle\text{—}\!\!\!|}{|}}{CO}.$$

L'acide méthylènedioxyphénylisocrotonique, traité par l'iode en présence d'un très grand excès de carbonate de soude, donne l'acide pipéronoylacrylique. Cet acide est en cristaux jaune soufre possédant les mêmes propriétés générales que le précédent et que l'acide benzoylacrylique.

(¹) Un acide de même formule, obtenu par un autre procédé, a déjà été signalé par Scholtz (*Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXVIII, p. 1192), qui lui donne le point de fusion 149°-150°.

Voici quelques-unes de ses caractéristiques :

Il est un peu moins soluble dans les divers solvants que l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique.

Chauffé dans un tube étroit, il brunit vers 180° et se décompose; la masse noirâtre résultant de cette décomposition fond vers 200°.

Il fixe HBr. Le produit obtenu se décompose avant de fondre; traité par une solution aqueuse de carbonate de sodium, il régénère l'acide pipéronoylacrylique.

Le produit de condensation de l'acide pipéronoylacrylique avec l'aniline est un acide fondant à 134°.

Je n'insiste pas sur les produits d'oxydation, de réduction et de décomposition par les solutions alcalines qui rappellent de tous points ceux obtenus avec l'acide benzoylacrylique.

En résumé, l'acide phénylisocrotonique et ses dérivés substitués dans le noyau, traités par l'iode en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, ont leur chaîne latérale $R-CH=CH-CH^2-CO^2H$ transformée en $R-CO-CH=CH-CO^2H$.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le sérum antiamylasique.* Note de MM. C. GESSARD et J. WOLFF, présentée par M. E. Roux.

Il est possible, comme l'a montré l'un de nous [1], d'obtenir un sérum capable d'empêcher la saccharification de l'amidon par l'extrait de malt. Ce sérum offre cet avantage sur les autres sérums anti que son pouvoir empêchant peut être exactement mesuré. En effet, on possède des méthodes précises pour déterminer le maltose produit et, par suite, l'obstacle que la présence de sérum empêchant apporte à cette production.

I. Pour mesurer l'action antiamylasique d'un sérum, nous dosons le maltose produit, toutes choses égales d'ailleurs, en présence de ce sérum d'une part, de sérum normal d'autre part. La différence entre les deux quantités, rapportée à 100 de maltose formé en présence de sérum normal, nous donne la mesure du maltose empêché ou le degré antiamylasique du sérum.

Pour éprouver la valeur des divers sérums, notre technique est la suivante : 12 gouttes de sérum sont mélangées avec 20 gouttes d'extrait de malt à 10 pour 100 [2]; après un

---

(1) C. GESSARD, *Comptes rendus de la Société de Biologie,* t. LXI, 1906, p. 425.

(2) Macération de 1 heure à la température de 20°, filtrée sur papier, puis à la bougie.

repos de 5 minutes, nous ajoutons au mélange 25$^{cm^3}$ de solution d'amidon soluble à 2 ou 4 pour 100 (¹), rendue neutre au méthylorange avec de la soude; nous maintenons le tout 1 heure à 20°, après quoi nous arrêtons l'action de la diastase et déféquons par l'azotate mercurique, et dans le produit de ces opérations amené à un volume déterminé nous dosons le maltose formé (²).

Le sérum de lapin normal est sans action. Parmi nos sérums de lapins traités, le plus haut degré observé avec 12 gouttes de sérum et 20 gouttes d'extrait de malt a été 70 environ; c'est-à-dire que, au lieu de 100 avec le sérum normal, il y a eu avec le sérum anti 30 de maltose produit et 70 empêché.

II. Nous avons fait varier les doses de sérum dans des expériences en série, et nous avons vu que, d'une manière générale, le rendement en maltose est sensiblement en raison inverse de la quantité de sérum empêchant.

	A. Sérum normal.	B. Sérum anti.		
			Maltose	
Numéros.	Maltose en milligrammes.	Nombre de gouttes.	en milligrammes.	Pour 100 de maltose produit en A.
6	250	8	204	82
		12	169	68
		16	115	46
		20	88	35
7	230	20	96,6	42
		28	63	27
		36	51,6	22
11	218,7	12	124,2	57
		24	61,5	28
20	417,0 (³)	12	320,4	77
		24	129,6	31
		48	60,3	14
		96	33,3	8

(¹) La teneur en amidon est basée sur le taux présumé de maltose; elle est sans importance, comme on le savait déjà et comme nous l'avons vérifié, au point de vue du rendement en maltose.

(²) Par le procédé de Mohr, modifié par M. G. Bertrand.

(³) 40 gouttes de diastase et sérum le plus actif. 40:24 correspond à 20:12 des séries 6 et 11.

La quantité de maltose produit n'a pas varié d'une manière sensible quand les doses de diastase et de sérum ont été simultanément doublées.

		A. Sérum normal.	B. Sérum anti.	
Numéros.	Rapport. Diastase : sérum.	Maltose en milligrammes.	Maltose en milligrammes.	Pour 100 de maltose produit en A.
11	10 : 12	142,5	35,7	25
	20 : 24	218,7	61,5	28
25	20 : 12	343	123,6	36
	40 : 24	491,4	190,5	39

Au contraire le rendement en maltose est modifié quand, toutes choses égales d'ailleurs, la température de l'expérience a changé. Il a presque doublé, passant de 36 à 64, dans une de nos expériences où l'écart de température a été de 20° à 50°.

III. Enfin notre sérum s'est aussi montré empêchant vis-à-vis de l'extrait d'orge, et nous avons observé la même proportionnalité que plus haut entre le rendement en maltose et les doses de sérum employées.

Nous vérifions ainsi, par une autre méthode, l'observation faite par l'un de nous en collaboration avec M. Fernbach [1], à savoir que, à la température ordinaire et dans la phase de formation rapide du maltose, l'extrait d'orge et l'extrait de malt se comportent sensiblement de la même manière.

	A. Sérum normal.	B. Sérum anti.		
			Maltose	
Numéro.	Maltose en milligrammes.	Nombre de gouttes.	en milligrammes.	Pour 100 de maltose produit en A.
12	191	6	152,8	80
		12	80,8	42
		24	54,8	28

Notons en terminant que le pouvoir empêchant n'a pas été conféré au sérum d'un jeune animal par la gestation, tout entière comprise dans la durée d'un traitement, et par l'allaitement consécutif de 15 jours, pendant lesquels le traitement de la mère n'a pas été interrompu.

(1) A. Fernbach et J. Wolff, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 80.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'action de l'amylase du suc pancréatique et son activation par le suc gastrique.* Note de M. **H. Bierry**, présentée par M. Dastre.

Le suc pancréatique qu'on recueille aseptiquement chez le chien par fistule temporaire et injection de sécrétine est très alcalin. Pour doser cette alcalinité qui est due presque exclusivement au carbonate de soude on peut opérer, à chaud, avec le tournesol et la méthode par reste, ou, à froid, en utilisant comme indicateur le méthylorange ou mieux l'hélianthine (¹).

L'alcalinité du suc varie non seulement d'un animal à l'autre, mais encore chez le même animal, elle est plus grande au début qu'à la fin pendant une même sécrétion. De nombreux dosages m'ont amené à conclure que cette alcalinité est ordinairement de l'ordre d'une solution $\frac{N}{8}$ de carbonate de soude.

J'ai étudié comparativement sur l'empois d'amidon (amidon de riz décalcifié ou non, fécule de pomme de terre, porté 30 minutes à 120°) l'action en milieu alcalin, neutre et acide, du suc pancréatique de sécrétine, à l'étuve à 38°.

Le suc pancréatique de fistule temporaire possède une amylopectinase très active, il liquéfie instantanément l'empois d'amidon; son action saccharifiante est très intense, 4^{cm^3} et même 2^{cm^3} de suc transforment rapidement en maltose 100^{cm^3} d'empois à 1 et 2 pour 100. Avec l'amidon soluble l'action est presque terminée en 60 minutes et ne va pas beaucoup plus loin en 10 et même 20 heures; avec l'amidon ordinaire les phénomènes sont moins rapides.

A la dose de 1^{cm^3} et 2^{cm^3} le suc normal est incapable de dédoubler le maltose et pousse avec une extrême lenteur l'amidon au stade glucose. Si on l'additionne de HCl jusqu'à réaction légèrement acide il devient alors capable d'hydrolyser le maltose et transforme en glucose beaucoup plus rapidement l'amidon avec lequel on le met immédiatement en contact (²).

(¹) En employant HCl $\frac{N}{10}$ et la plus petite quantité possible d'indicateur le virage est net. Si la quantité de carbonate alcalin devient trop faible à la fin de l'opération pour empêcher la dissociation électrolytique de l'acide carbonique qui peut déterminer la production de la teinte orange, dans ce cas on fait bouillir la liqueur arrivée à cette teinte orange pour chasser CO^2, on laisse refroidir et l'on achève le titrage par addition d'acide jusqu'à virage (Küster, *Z. anorg. Chem.*, t. XIII, 1897, p. 40).

(²) *Comptes rendus Soc. Biologie*, mai et juillet 1905.

Toutefois, si l'on acidifie une petite quantité de suc (1^{cm^3} par exemple) et qu'on fasse agir sur l'amidon on ne décèle pas de glucose avant 1 heure 30 minutes. J'ai donc pu comparer l'action de faibles doses de suc de sécrétine alcalin, neutre et acide, pendant 30 minutes et même 60 minutes sur l'amidon en dosant le maltose formé, après traitement par le nitrate mercurique et H^2S. De faibles doses d'acide ont une action considérable sur la vitesse d'hydrolyse; le maximum de rendement est obtenu lorsqu'on neutralise exactement l'empois d'amidon, d'une part et, d'autre part, environ les $\frac{4}{5}$ *de l'alcalinité naturelle du suc* (l'hélianthine étant prise comme indicateur).

Aussi l'action du suc gastrique est-elle très marquée sur la vitesse d'hydrolyse de l'amylase du suc pancréatique sur l'empois d'amidon, elle peut, en 1 heure, augmenter d'un tiers le rendement en maltose. Cette activation doit être rapportée uniquement à HCl du suc gastrique; le suc gastrique neutralisé et la pepsine, avant ou après ébullition, se sont montrés sans effet, contrairement à ce qui a été avancé par MM. Roger et Simon [1]. L'amylase pancréatique détruite par un acide ou portée à 100° n'a pas non plus exercé d'action favorisante.

J'ai neutralisé exactement avec HCl $\frac{N}{10}$ du suc pancréatique et j'ai rendu ensuite à la liqueur, avec une solution de carbonate de soude convenablement titrée, l'alcalinité primitive ou une alcalinité égale au $\frac{1}{3}$, au $\frac{1}{4}$ ou au $\frac{1}{10}$ de l'alcalinité que possédait le suc de sécrétine.

Le mélange, mis à 40° pendant 24 ou 48 heures, était ensuite additionné d'empois d'amidon.

L'amylase du suc normal se conserve bien à l'étuve; l'amylase du suc neutralisé et ramené à la même alcalinité immédiatement a déjà perdu beaucoup de son activité après un passage de 24 heures à 40°; son action est presque annihilée après un séjour de 50 heures à la même température.

L'amylase en milieu neutre est détruite beaucoup plus rapidement. Le suc neutralisé exactement (hélianthine) et mis à l'étuve à 40° pendant 30 minutes devient presque inactif sur l'amidon; ce même suc, après un temps encore plus long à 40°, continue à liquéfier l'empois; l'amylopectinase est donc conservée.

Si l'action ménagée d'un acide favorise l'action de l'amylase, elle nuit à sa stabilité.

Ces faits sont à rapprocher de ceux déjà signalés par MM. Maquenne et Roux à propos de l'amylase du malt. Pour expliquer l'action favorisante, vis-à-vis du pouvoir saccharifiant, de la neutralisation d'une partie de l'alcalinité du malt, ces auteurs pensent que l'amylase est engagée dans des combinaisons basiques faibles, minérales ou aminées. Cette hypothèse peut

---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 18 janvier 1908.

également bien s'appliquer à l'amylase du suc pancréatique. Le rôle de l'acide serait, dès lors, évident; il libérerait une plus forte proportion d'amylase.

Si l'addition d'un acide favorise la vitesse d'hydrolyse de l'amylase pancréatique, la présence d'électrolytes est indispensable pour amener la saccharification de l'amidon, comme je l'ai montré avec MM. Victor Henri et Giaja (1). L'ion électronégatif est seul important. Une petite quantité de sel suffit pour assurer l'action de l'amylase; de nouvelles additions restent sans effet.

D'après les expériences de Hirsch, de Serdjukow et Pawlow, de Cannon, on admet que l'ouverture du pylore est provoquée par le contact de liquide acide et que le passage du contenu stomacal dans l'intestin est réglé, au point de vue quantitatif, par un réflexe qui inhibe temporairement les mouvements expulsifs de l'estomac et ferme le même pylore chaque fois qu'une portion de contenu stomacal acide arrive au contact de la muqueuse duodénale. Il se fait en même temps un renforcement de la sécrétion du pancréas, et la portion de bol alimentaire acide est baignée par le suc pancréatique et neutralisée rapidement par lui. Les conditions d'action *optima* de l'amylase se trouvent ainsi réalisées et la transformation en maltose se fait très vite; l'hydrolyse du maltose se fera ensuite au contact du suc intestinal d'abord et puis de la muqueuse de l'intestin.

CYTOLOGIE. — *Note sur l'existence des produits de dégénérescence cellulaires rappelant les corps de Negri.* Note de M. Y. **Manouélian**, présentée par M. E. Roux.

Les corpuscules de Negri sont-ils des parasites? Negri et nombre d'auteurs l'affirment. Quant à nous, nous croyons qu'en l'état actuel de la Science une pareille affirmation serait téméraire.

D'autre part il nous a semblé intéressant d'étudier certaines dégénérescences physiologiques et chercher si, dans une cellule ou portion de cellule qui dégénère, il n'y aurait pas des formations rappelant par leur forme et leurs caractères histochimiques les corpuscules de Negri.

Nous nous sommes adressé à cet effet à l'étude de la spermatogenèse chez quelques Mammifères, Rat, Cobaye et Lapin, et voici le résultat de nos recherches :

(1) *C. R. Soc. de Biol.*, 3 mars 1906 et 16 mars 1907.

On sait que, lors de la transformation des spermies de la forme spermatide à la forme spermatozoïde, le reste du corps cellulaire ne prend pas part à cette transformation; il est destiné à disparaître. On y observe alors des corpuscules très fins et pâles, qui deviennent de plus en plus volumineux et se colorent mieux. Bientôt ces lobes protoplasmiques en train de dégénérer perdent la netteté de leur contour et finissent par se détacher des spermatozoïdes. On les désigne alors sous le nom de *corps résiduels*. Ces corps sont enveloppés d'une substance incolore et contiennent, parmi une masse homogène, une ou plusieurs sphérules qui, à leur tour, renferment de tout petits corpuscules. D'autres corps résiduels renferment parmi leur masse simplement de fins corpuscules.

Comme les corps de Negri, qui eux aussi sont entourés par une masse incolore, ces corps se colorent en rouge par la méthode de Mann, quelquefois aussi en bleu. Comme ceux de Negri, dans la méthode à l'hématoxyline au fer, ces corps se laissent décolorer très difficilement et ils présentent comme ceux-ci une coloration brunâtre après la fixation au Flemming.

Le processus dégénératif se poursuivant toujours, chaque corps présente un grand nombre de dépressions à sa surface et des vacuoles dans son intérieur (¹). Et comme en ce moment le syncytium sertolien commence à se rétracter, les corps résiduels, qui se trouvent incorporés dans ce syncytium, sont entraînés vers la couche génératrice du tube séminifère. Ainsi phagocytés ils se colorent encore en rouge par la méthode de Mann, mais un grand nombre se colorent en rouge violacé ou en bleu de plus en plus pâle. En ce moment l'acide osmique les noircit plus complètement.

Enfin ces corps cessent d'être colorables par la méthode de Mann. On peut les colorer en noir par l'acide osmique, en même temps que d'autres substances que le syncytium élabore. La phagocytose de ces éléments est terminée.

Or les petites formes du début qui apparaissent dans le lobe protoplasmique des spermatides (²) *rappellent* par leur forme et les réactions histochimiques les corpuscules fins qu'on observe dans la rage des rues et surtout ceux que nous avons décrits dans la rage à virus fixe. Quant aux corps plus volumineux, ils rappellent ceux de Negri dans la rage des rues.

(¹) Nous avons pu constater parfois, et notamment dans la corne d'Ammon, chez les animaux et les sujets atteints de rage des rues, à côté des formes que Negri a décrites, d'autres que nous décrirons prochainement. Pour le moment, disons seulement qu'en même temps que des corps de Negri typiques, on constate des corpuscules qui, tout en possédant la même structure que ceux-ci, ne se colorent pas aussi électivement; ils ont une teinte rouge ou bleuâtre; peu à peu les vacuoles se montrent dans leur intérieur, leur contour cesse d'être net, ces corpuscules deviennent de plus en plus pâles, il en existe qui se trouvent à la limite de la colorabilité. Pareille constatation peut se faire dans la rage à virus fixe.

(²) Signalons la ressemblance de ces formes avec les corps chromatoïdes des spermatocytes et des spermies.

Nous disons bien *rappeler*, car nous ne prétendons pas qu'il s'agit là de formations *identiques* aux corpuscules décrits par le savant italien. Nous estimons néanmoins que les faits que nous venons de relater [1] doivent faire réfléchir les chercheurs avant de se prononcer hâtivement sur la nature parasitaire des corps de Negri.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la mesure de l'ondée ventriculaire chez l'homme.* Note [2] de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. Lannelongue.

La mesure de l'ondée ventriculaire a donné lieu à un très grand nombre de recherches dont les résultats sont loin d'être concordants et qui fournissent comme évaluation des chiffres oscillant entre 180^{cm^3} et 70^{cm^3}.

Il convient de noter en passant que la capacité ventriculaire est fonction de la pression sanguine et que toute méthode qui abaisse la pression doit nécessairement fournir une mesure inférieure à la valeur vraiment physiologique de la cylindrée cardiaque. C'est un reproche général qu'on peut faire à toutes les méthodes dites *directes*. Il n'y a donc pas lieu de regretter que les procédés très complexes soient inutilisables chez l'homme, car ils ne peuvent aboutir qu'à des résultats imparfaits.

La méthode la plus simple et la plus ancienne est celle de Vierordt, fondée sur la mesure de la vitesse et sur la relation évidente

$$nm = \mathrm{S}v$$

(n étant le nombre des pulsations, m l'ondée ventriculaire, S la section de l'aorte et v la vitesse du sang dans le vaisseau).

Cette méthode a conduit Vierordt à évaluer l'ondée sanguine de l'homme à 180^{cm^3} environ.

La section de l'aorte est connue et les anatomistes la fixent à environ $4^{cm^2},5$, chiffre qu'il faut légèrement augmenter pour avoir la section sous une pression de $0^{atm},25$ et porter à 5^{cm^2} environ pour tenir compte de la dilatation du vaisseau. Le nombre des pulsations est directement observable. Par conséquent, pour avoir à chaque moment et dans toutes les circonstances la valeur de m, il suffit de trouver chez l'homme un procédé de mesure de la vitesse en fonction de quantités mesurables.

---

(1) Des phénomènes intéressants se constatent pendant la destruction des follicules de Graaf par *chromatolyse*. On y observe des produits de dégénérescence rappelant les formations que nous venons d'étudier.

(2) Présentée dans la séance du 17 février 1908.

Des formules de Monoyer et de celles que nous avons fournies dans une Note antérieure, il est facile de déduire les relations

$$v = dh\sqrt{\frac{2qn}{H}}$$

et

$$m = S\,dh\sqrt{\frac{2q}{nH}},$$

qui, en supposant réalisable la mesure de l'amplitude de l'oscillation du pouls dh, permettent de calculer la vitesse du sang et l'ondée ventriculaire.

C'est par des méthodes un peu analogues que Hoorweg avait déjà tenté de mesurer l'ondée ventriculaire d'après la surface d'un sphygmogramme.

Pour parvenir au but désiré, il suffit donc de trouver un moyen de mesurer dh. C'est ce que nous nous sommes efforcé de faire par un procédé très simple et que nous nous essayons de rendre applicable à la clinique courante par une modification du sphygmomètre habituel.

Le moyen de laboratoire que nous avons jusqu'à présent utilisé est, quoique délicat, peu compliqué et consiste simplement à graduer un sphygmographe à transmission.

Si l'on a le soin de modifier le patin de manière à lui donner une surface bien définie s'adaptant bien sur l'artère et sans la déborder sensiblement, il est évident que les déplacements de la plume sur le cylindre seront proportionnels aux variations de pression dans l'artère. Il est facile de le vérifier en produisant, au moyen d'une artère artificielle en caoutchouc, des variations de pression sous le patin, variations mesurables avec un manomètre à eau.

On parvient ainsi à graduer un dispositif de sphygmographe à transmission et à mesurer l'oscillation de pression correspondant à un déplacement du style sur le cylindre.

Dans ces conditions, il suffit, en graduant la pression du ressort, de chercher le maximum d'amplitude du mouvement décrit par le style, et l'on a ainsi le déplacement correspondant à la variation dh, car, lorsque la pression H est atteinte, le style s'arrête brusquement et, quand on arrive au-dessous de la pression constante h, les oscillations diminuent non moins brusquement d'amplitude.

Avec un peu de doigté expérimental on arrive aussi à déterminer, avec une très grande précision, la valeur dh qu'il s'agit de mesurer.

A l'état normal chez l'homme sain, cette variation dh est assez fixe et la moyenne est de 12^c à 13^c chez l'individu sain et jeune. En général, elle est à la pression H dans la rapport de 1 à 20, ce qui n'a pas lieu de surprendre, puisque nous aurons toujours la relation

$$\frac{dh}{H} = \frac{m}{M}$$

et que les capacités anatomiques du cœur et du système circulatoire sont dans le voisinage de ce rapport.

La valeur dh ainsi déterminée peut servir à calculer la valeur de v et de m.

En remplaçant dans les formules les symboles par leur valeur connue, on obtient les chiffres suivants :

$$v = \text{environ } 40^{c},$$
$$m = 170^{cm^3},$$

chiffres voisins de ceux fournis par Vierordt.

On peut même, si l'on veut se borner à une expression approchée et moyenne, obtenir la valeur de v et de m par les expressions simplifiées

$$v = \sqrt{\frac{nH}{2q}}, \quad m = S\sqrt{\frac{H}{2qn}},$$

en prenant pour unité le mètre et la seconde.

Mais, si ces expressions simplifiées sont commodes comme approximation, il convient de ne pas oublier qu'elles ne se vérifient que comme moyenne générale et ne sont jamais applicables exactement à un cas particulier, et surtout aux cas pathologiques.

HISTOIRE NATURELLE. — *Fixation, multiplication, culture d'attente des trypanosomes pathogènes dans la trompe des mouches tsé-tsé.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. Laveran.

Si l'on étudie minutieusement les trompes des glossines nourries sur des animaux infectés de trypanosomiases diverses, à des temps variables après la piqûre, on reconnaît l'existence d'un phénomène très particulier, bien différent de ceux signalés jusqu'ici : la fixation par le flagelle, avec transformation notable, des parasites aux parois de la trompe, accompagnée d'une multiplication intense au sein du liquide salivaire. Les observations et les expériences ont été réalisées à Brazzaville, au laboratoire de la Mission d'études de la maladie du sommeil, sur *Glossina palpalis,* avec quatre types de virus différents : *Trypanosoma gambiense, Tr. dimorphon* (*vel congolense*), *Tr. Brucei* (virus type de l'Institut Pasteur), *Tr. Cazalboui.*

Quel que soit le virus employé, les phénomènes sont sensiblement les mêmes. Au bout de 48 heures, par exemple, on trouve, dans le canal de la trompe, un nombre immense

de parasites collés par l'extrémité du flagelle à la face interne du labrum, surtout en sa région bulbaire et le long de l'hypopharynx. Tantôt ils sont électivement groupés à la base de la trompe; tantôt ils sont répandus en bouquets, en véritables colonies, tout le long de celle-ci, jusqu'à la pointe. Observés sans compression, dans le liquide salivaire, ils paraissent à peu près immobiles. Mais dès qu'une goutte d'eau physiologique ou de sérum les atteint, ils oscillent fortement dans tous les sens, rapprochant l'extrémité libre de l'extrémité fixée comme pour chercher à se détacher. Lorsqu'ils se trouvent libérés de leur point d'attache, on les voit nager lentement, le flagelle en avant, l'extrémité postérieure rigide, d'un mouvement spécial qui ne rappelle en rien celui du trypanosome primitif; et leur faculté de fixation est telle qu'ils vont se coller immédiatement un peu plus loin, au verre de la lame porte-objet, sans qu'on puisse les détacher.

Après coloration, on remarque que le flagelle s'est fortement épaissi, offrant l'aspect d'une petite tige; que le centrosome est devenu antérieur au noyau, que la membrane ondulante a disparu : les parasites ont donc revêtu la forme *Herpetomonas*. L'étirement et l'épaississement du flagelle se produisent même chez les trypanosomes qui n'ont pas ou n'ont que rarement dans le sang un flagelle libre (*Tr. dimorphon*).

D'où proviennent ces singuliers parasites? Les *expériences témoins* démontrent qu'il s'agit *d'une culture temporaire* des trypanosomes ingérés avec le sang. Ont-ils évolué sur place au moment de la succion ou sont-ils remontés du tube digestif dans l'intervalle des repas? En opérant avec *Tr. Brucei*, qui meurt sans se cultiver, peu de temps après son absorption, dans l'intestin de *Glossina palpalis*, nous étions déjà fixé à cet égard. Mais en examinant les trompes des mouches immédiatement après les avoir fait piquer sur les animaux infectés, nous avons réussi à assister, sous le microscope, à ce phénomène inattendu de fixation. Les trypanosomes, sous l'influence sans doute des propriétés spéciales de la salive, cheminent rapidement dans le sang qui remplit la trompe, vont coller leur flagelle en certains points de celle-ci et, une fois fixés, s'agitent d'une façon d'abord excessivement rapide, mais qui se ralentit bientôt. Colorés à ce stade, 5 minutes après l'absorption, ils ont revêtu déjà l'aspect *Herpetomonas* par traction du centrosome en avant du noyau. Aucun phénomène de copulation, ni de conjugaison ne peut être décelé à aucun moment, avant ou après cette curieuse évolution. Mais des modifications importantes ont dû cependant se passer, car les parasites se multiplient activement par division, aussitôt après leur fixation.

Déjà au bout de 1 heure ils sont devenus excessivement nombreux et forment souvent des amas en rosace, flagelles au centre, comparables aux amas culturels du *Tr. Lewisi*, mais en restant toujours fixés à un corps quelconque. La durée du maintien dans la trompe de cette culture ne nous a pas paru dépasser 48 heures pour *Tr. Brucei*; 5 jours et demi à 6 jours pour les trois autres types de virus; souvent, à ces dates extrêmes, les formes se sont modifiées, ont tendance à s'allonger énormément (*Tr. Cazalboui*) ou à reprendre la forme trypanosome (*Tr. dimorphon*).

La *culture d'attente* dans la trompe ne se produit que chez un petit nombre de glossines, ce qui tient probablement aux propriétés variables de leur salive. Avec des animaux présentant des trypanosomes nombreux dans le

sang, la proportion habituelle d'infections expérimentales est de 1 mouche sur 10 environ. Les deux sexes sont capables de s'infecter mais le fait est beaucoup plus fréquent chez les mâles que chez les femelles. Il semble aussi que ce soient les jeunes mâles et les femelles âgées qui jouissent de préférence de cette propriété.

Les trypanosomes libres de la trompe décrits par Koch et Stuhlmann paraissent n'avoir rien de commun avec ces *Herpetomonas* fixés : ce sont, comme l'indique ce dernier auteur dans sa magistrale étude, des trypanosomes issus du proventricule, dans des cas exceptionnels d'ailleurs, à notre avis, d'infection totale du tube digestif de l'insecte. Ils n'ont d'ailleurs pas pu être obtenus expérimentalement par Stuhlmann.

Ces formes d'attente des trypanosomes pathogènes, localisées dans la trompe, sont-elles les seuls agents possibles des infections produites par les piqûres des glossines au delà de 24 heures?

Cela ne paraît pas douteux, attendu que pour *Tr. Brucei*, agent du Nagana, on ne peut mettre en évidence, chez *Glossina palpalis*, aucun autre phénomène de culture, et qu'en outre, pour les trois autres virus, les phénomènes de multiplication dont le tube digestif est le siège ont habituellement pris fin depuis longtemps lorsque ceux qui se passent dans la trompe sont encore dans toute leur puissance.

Cette curieuse propriété dévolue à l'appareil piqueur des glossines leur est d'ailleurs absolument spécifique, comme l'observation l'a prouvé. Elle explique le rôle de choix joué par ces insectes dans la transmission à distance des trypanosomiases d'Afrique, rôle nécessaire étiologiquement au maintien de ces affections à l'état endémique.

ZOOLOGIE. — *Le genre* Doliocystis *Léger*. Note de M. L. **Brasil**, présentée par M. Yves Delage.

Le genre *Doliocystis* a été établi ici même en 1893 par Léger pour des Grégarines intestinales d'Annélides polychètes « considérées jusqu'alors comme des Monocystidées ». *D. nereidis* et *D. polydoræ* sont donnés comme exemples. Ce sont des Grégarines sans septum mais qui posséderaient un épimérite intracellulaire pendant cette phase de leur croissance qu'elles passent fixées sur l'épithélium digestif de l'hôte. La libération résulterait de la chute de cet épimérite. La présence d'un épimérite et l'absence de septum

conduisirent Léger à placer son genre *Doliocystis* parmi les Dicystidées. Labbé et Minchin l'ont rangé, ce qui est équivalent, dans les *Cephalina*.

Ces deux derniers auteurs cependant ont introduit dans le genre des espèces chez lesquelles la caducité de l'épimérite et même la présence d'un tel organe n'avaient pas été expressément reconnues, aussi le caractère de caducité n'entre-t-il plus dans leur diagnose et Labbé fait-il suivre parfois du point de doute la mention d'un épimérite. C'est d'une prudence très justifiée. Mingazzini, qui a décrit plusieurs des espèces en question, les avaient placées, l'année même où Léger créait *Doliocystis,* dans différents genres : *Ophioidina, Lecudina, Kœllikeria* (= *Köllikerella* Labbé) relevant pour lui de la division Monocystidées au même degré que *Anchorina* (= *Ancora* Labbé) et *Lankesteria* qui n'en sont pas sortis.

Pour mon compte j'ai observé *D. pellucida* Köll. (= *D. nereidis* Lank.), l'espèce génotype puisqu'elle est citée la première par Léger, *D. elongata* Ming. et beaucoup d'autres formes voisines encore inédites. Je suis en mesure d'affirmer qu'il n'y a chez aucune d'entre elles d'épimérite caduc, mais un appareil permanent, déformable, plus ou moins développé, en général invaginable. C'est par l'intermédiaire de cet appareil que la Grégarine se fixe sur l'épithélium, non en l'introduisant dans une cellule, mais en l'appliquant sur la surface de la muqueuse où il fonctionne comme une petite ventouse. Là ne doit pas d'ailleurs se borner son rôle. *D. elongata* par exemple, qui fait saillir de son extrémité antérieure une telle cupule adhésive pour se fixer, libre dans la cavité digestive, émet de temps en temps au même point un petit bouton sphérique dont la fonction est certainement tout autre, tactile peut-être.

J'ai déjà eu l'occasion de figurer le mode de fixation de *D. pellucida,* et Cunningham, qui vient d'attirer l'attention sur le désaccord qui existe entre la description de Léger et mes dessins, émet l'hypothèse que nous n'avons pas examiné la même espèce. C'est peu probable. *D. pellucida* (= *D. nereidis*) est une espèce trop répandue et trop abondante dans l'intestin des *Perinereis cultrifera*, des côtes océaniques de France, pour que ce ne soit pas elle que Léger ait observée. Il résulte de là que la diagnose originale du genre *Doliocystis* doit être modifiée en enlevant à l'appareil de fixation et son caractère transitoire et sa situation intracellulaire. La position du genre est elle-même ébranlée.

Doit-on, en effet, considérer l'appareil fixateur que je viens de décrire comme une épimérite ? Simple question de définition au fond. En tous cas, cet appareil est bien différent des épimérites des Grégarines intestinales

d'Arthropodes, qui ont servi de modèle pour les descriptions classiques. Et, d'autre part, il est représenté presque trait pour trait chez *Kalpidorhynchus*, dont les affinités avec *Urospora* et *Gonospora* sont indéniables ; il se retrouve intégralement dans *Lankesteria* qui, pour tout le monde, est une Monocystidée. D'ailleurs, pour les Eugrégarines d'Annélides (que j'envisage seules), en dehors de celles qui sont nettement segmentées comme *Sycia* et qui sont l'exception, la division en *Cephalina* et *Acephalina* ne correspond pas à une différence de structure comparable à l'importance d'une telle coupure. La Monocystidée cœlomique, à l'abri de tout entraînement mécanique, complètement plongée dans un liquide nutritif, perd un appareil fixateur, nourricier peut-être aussi, devenu inutile, et c'est tout. Apparemment, elle ne subit pas d'autre modification remarquable. Pour élucider l'origine des Monocystidées cœlomiques des Polychètes, *Kalpidorhynchus arenicolæ* Cunn. est très précieux. Il marque une étape démonstrative de leur évolution.

Kalpidorhynchus ressemble à *Doliocystis elongata* adulte. C'est la même forme générale, presque la même structure de l'appareil fixateur. Mais *Kalpidorhynchus* est cœlomique, le *Doliocystis* intestinal. Or, la première phase du développement de ce dernier se passe dans l'épithélium digestif de l'hôte. Le sporozoïte pénètre jusqu'au contact du sinus sanguin péri-intestinal ; un effort de plus, il tomberait dans le cœlome. Le *Doliocystis* conserve longtemps cette situation intra-épithéliale et cependant développe tout de suite un appareil de fixation qu'il n'utilisera que beaucoup plus tard. Et ainsi le passage entre les *Doliocystis* sans phase intra-épithéliale (il y en a) et les Monocystidées cœlomiques les plus modifiées (*Urospora*, *Gonospora*) paraît jalonné par les *Doliocystis* à développement intra-épithélial (*D. elongata*) et les formes cœlomiques à appareil de fixation (*Kalpidorhynchus*). Il y a là une raison suffisante, il me semble, pour éviter de placer dans des catégories trop différentes ces diverses Grégarines.

GÉOLOGIE. — *Recherches stratigraphiques sur le Maroc oriental.* Note de M. **Louis Gentil**.

La mission scientifique dont j'ai été chargé en 1907 m'a permis notamment de parcourir dans tous les sens la partie la plus orientale du Maghreb, c'est-à-dire les tribus marocaines qui composent l'Amalat d'Oujda.

J'ai pu, au cours de mes explorations, débrouiller un peu le complexe de

terrains primaires, secondaires et tertiaires qui prennent part à la constitution de cette région frontière et reconnaître la série stratigraphique suivante : *Silurien, Dévonien* (?), *Carbonifère, Trias, Lias, Jurassique* et *Néogène*. Je me propose dans cette Note d'appeler plus spécialement l'attention sur le Carbonifère et sur le Lias.

1° *Carbonifère*. — L'ossature de la chaîne des Beni Bou Zeggou, qui prolonge les monts de Tlemcen vers la Gada de Debdou, est constituée par une succession puissante de sédiments qui, affleurant surtout dans la haute vallée de l'Oued Isly, peut se décomposer ainsi, de la base au sommet :

a, argiles schisteuses noirâtres avec bancs de calcaires à Encrines, Polypiers, etc.;
b, alternances d'argiles schisteuses et de schistes noirs avec bancs de grès verdâtres;
c, grès brunâtres et poudingues à galets de quartz ou de roches volcaniques, intercalés de schistes noirâtres;
d, schistes à silex noirs avec lits de grès.

Toutes ces assises sont fossilifères. L'assise *a*, notamment, m'a offert, à l'Aouïja et au Guelib en Naam, les matériaux d'une riche faune qui sera étudiée ultérieurement avec tout le soin qu'elle comporte par M. E. Haug qui a bien voulu, dès à présent, me donner la série de déterminations suivantes : *Phillipsia* sp., *Glyphioceras truncatum* Phil., *Gl.* (*Goniatites*) *striatum* Sow., *Posidoniella vetusta* (Sow.), *Spirifer trigonalis* Mart., *Spirifer striatus* Mart., *Athyris Roissyi* (Lév.), *Retzia ulothrix* Kon., *Productus costatus* Sow., *Pr. pustulosus* Phil., *Pr. corrugatus* Mc Coy, nombreux Crinoïdes et Tétracoralliaires.

Cette faune représente la zone à *Goniatites striatus*, c'est-à-dire le *Viséen*. Elle montre l'extension vers le Nord, jusqu'aux abords d'Oudja, du Dinantien de la région de Béchar. Il est intéressant de faire remarquer que j'ai observé, au-dessus des couches qui la renferment, une succession concordante de près de 500^{m} de sédiments et qu'une série, peut-être aussi puissante, succède à cet ensemble dans une région que je n'ai pas encore parcourue. Ceci laisse entrevoir l'existence possible du Moscovien et peut-être même de l'Ouralien au-dessus des couches viséennes de l'Aouïja et du Guelib en Naam.

Malheureusement je n'ai pas pu observer le substratum des dépôts carbonifères qui nous occupent et qui sont recouverts, en discordance angulaire, par les calcaires liasiques. Enfin je ferai remarquer que ces terrains paléozoïques affleurent sur d'assez vastes étendues et touchent presque à la frontière, alors que nulle part, dans le Tell algérien dont la stratigraphie est aujourd'hui bien connue, la présence du Carbonifère n'a été signalée.

2° *Lias*. — Le Lias est très développé dans l'Amalat d'Oujda, dans toute

la chaîne des Beni Bou Zeggou au Sud et, au Nord, il forme, par le col du Guerbous, le prolongement vers l'Ouest des importants affleurements que j'ai étudiés en Algérie (*Thèse de doctorat*) et il prend une large part à la constitution des Beni-Snassen.

Partout il offre une succession lithologique constante et identique à celle que j'ai décrite dans le bassin de la Tafna :

a, conglomérat de base formé de couches rouges avec gros galets de quartzites siluriens et de débris de schistes primaires;
b, puissante assise de calcaires zoogènes blancs ou bleuâtres;
c, « calcaires en dalles » intercalés de lits marneux;
d, alternances de calcaires marneux et de marnes.

J'ai recueilli dans cet ensemble deux faunes bien distinctes : auprès d'Oujda, dans le Djebel el Hamra, j'ai trouvé dans le conglomérat de base *a* et à la partie tout à fait inférieure des calcaires *b*: *Amaltheus margaritatus* Montf., *Zeilleria subnumismalis* Dav., *Terebratula punctata* Sow., *Ter.* cf. *punctata* Sow., *Rhynchonella Rosenbuschi* Haas, *Rhync. curviceps* Quenst. sp., *Rhync.* cf. *Schimperi* Haas, *Ostrea* sp., *Lima* du groupe de *gigantea* Sow.

D'autre part, à Ar'bal, dans les Beni-Snassen, j'ai trouvé une belle faune de Céphalopodes, et mes premières déterminations me permettent de signaler : *Phylloceras Nilsoni* Héb., *Lytoceras dorcalis* Mgh., *Hildoceras bifrons* Brug., *Harpoceras bicarinatum* Münster in Ziet., *Grammoceras fallaciosum* Bayle et nombreuses var., *Lillia* (*Haugia*) *Bayani* Dum., *L. comensis* Buch., *Cœloceras* (*Peroniceras*) *subarmatum* Y. et B., *C. fibulatum* Sow., *C. Holandrei* d'Orb., *C. acanthopsis* d'Orb., *Aulacoceras* sp.

La faune du Djebel el Hamra caractérise la zone à *Amaltheus margaritatus* du Lias moyen, celle d'Ar'bal appartient à la zone à *Lytoceras jurense* du Lias supérieur. Ces deux faunes enserrent donc le *Domérien* et le *Toarcien* et, si l'on remarque qu'une centaine de mètres de marno-calcaires surmontent le gisement fossilifère d'Ar'bal, il est permis de penser que l'*Aalénien* est aussi représenté.

Il résulte de ce qui précède que : 1° le conglomérat de base du Djebel el Hamra et du massif des Traras, en Algérie, marque la grande *transgression mésoliasique;* 2° il faut renoncer à comprendre dans les calcaires zoogènes *b* l'ensemble du Lias inférieur et du Lias moyen comme on le fait généralement et comme je l'ai fait moi-même bien qu'avec doute (*Thèse*, p. 151). Des faunes du Lias moyen ont été signalées en plusieurs points du Tell algérien et tunisien, mais l'existence d'une faune sinémurienne à El Kantour (Constantine), d'après Coquand, n'a jamais été confirmée; en admettant que le Lias infé-

rieur existe dans l'extrême-est du Nord africain, comme il existe en Sicile, mes observations n'en montrent pas moins qu'il est absent dans l'ouest et il faut s'attendre à le voir également manquer au cœur du Maroc, dans le Rif et dans le Haut-Atlas, où les Lias moyen et supérieur sont certainement représentés, ainsi qu'il résulte de mes explorations; 3° enfin, le gisement fossilifère d'Ar'bal confirme la rareté relative des *Phylloceras* et des *Lytoceras*, que j'ai signalée à propos des Traras (*Thèse*, p. 155) et qui témoigne de dépôts de mer moins profonde que ceux de l'*Ammonitico rosso* de l'Apennin et de la Lombardie.

Je terminerai cette Note en faisant remarquer que le Callovien fossilifère dont nous avons signalé l'existence au pied du Ras Asfour à la frontière, M. Paul Lemoine et moi [1], est transgressif sur le Lias et sur les Schistes siluriens de R'ar Rouban.

GÉOLOGIE. — *Terrains primaires du Morvan et de la Loire.* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans la région qui s'étend entre le nord du Morvan et les premières strates micaschisteuses et gneissiques du Lyonnais, les terrains paléozoïques, s'enfonçant dans le granite ou reposant sur cette roche éruptive de profondeur, appartiennent de bas en haut aux étages suivants :

1° *Dévonien supérieur : a. Frasnien.* — Il apparaît à Diou et Gilly sous la forme d'une lentille calcaire affleurant au niveau de la Loire et se terminant par des bancs dolomitiques. Julien y a découvert des espèces caractéristiques, notamment *Rhynchonella cuboides* Sow., *Spirifer Verneuili* Murch. Dans quelques fossiles provenant de la carrière de Diou, qui m'ont été communiqués par M. Giraud, j'ai déterminé *Phacops* cf. *fecundus* Barr. mut. *supradevonica* Frech.

b. Famennien. — Il se compose de schistes psammitiques contenant d'abord une *Beyrichia* réticulée, puis, à leur partie supérieure, la faune à Clyménies et à Cypridines que j'ai découverte aux environs de Bourbon-Lancy (*Comptes rendus*, 30 octobre 1905 et 4 février 1907). J'ai pu récemment déterminer avec assez de précision les espèces de trilobites qui s'y rencontrent; ce sont *Phacops cryptophthalmus* Emmr., *Dechenella pusilla* Gür.

---

(1) *Comptes rendus*, 1er août 1904.

Des coulées d'albitophyres et des tufs de ces mêmes roches sont interstratifiés au milieu des schistes famenniens. Ils appartiennent à la famille des Tonalases; la fumerolle en est syénitique et persodique; la scorie, magnésienne-ferrique, microcalcique. Elles contiennent en moyenne : Si, 55,6; Al, 17,1; Fe (oxydes), 7,8; Ca, 3,3; Mg, 4,3; Na, 5,4; K, 0,6; Ti, 1,2; perte, 4,7 (les analyses élémentaires ont été faites par M. Pisani).

2° *Carbonifère marin. Dinantien : a. Tournaisien.* — Il débute par des niveaux de grès à plantes et de poudingues surmontés par une assise assez importante de schistes gréseux qui se montrent fossilifères entre Saint-Seine et Avrée, à l'ouest de Luzy. Julien y a déterminé la présence de *Spirifer tornacensis* Kon., *Porcellia puzo* Lév., *Archœocidaris nerei* Münst., *Brachymetopus Duponti* Jul., etc. J'y ai découvert et déterminé deux espèces de tribolites, *Phillipsia* cf. *subtruncatula* Œhl., *Phillipsia* cf. *derbyensis* Mart. Cette faune tournaisienne paraît principalement caractérisée par la rareté des grands *Productus* et l'abondance des *Spirifer* et des Rhynchonelles. *Phillipsia derbyensis*, espèce viséenne, indique, à la partie supérieure, des termes de passage au Viséen.

Des épanchements d'orthophyres obsidienniques et perlitiques, accompagnés de tufs, sont intercalés dans le Tournaisien. Ces orthophyres sont des Liparoses à fumerolle alcalino-granitique, mégapotassique, à scorie magnésienne-ferrique, microcalcique. Composition chimique moyenne : Si, 68,3; Al, 15,2; Fe, 4,0; Ca, 0,4; Mg, 1,9; Na, 3,6; K, 4,1; Ti, 0,5; perte, 2,0.

b. Viséen. — On le trouve sous forme de bancs calcaires en lentilles discontinues intercalées dans des schistes ou dans des grès et recouverts par des poudingues à galets de calcaire et de granite. La faune étudiée par Julien s'est montrée riche en *Productus giganteus* Mart., *Pr. corrugatus* Mc Coy, *Phillipsia Eichwaldi* Fisch. J'y ai découvert dans la Loire une faune de Foraminifères (*Endothyra, Valvulina, Trochammina,* etc.), qui se présente aussi, dans le Morvan, à l'Huis Prunelle; M. Stanislas Meunier en a signalé quelques-uns à Cussy-en-Morvan.

La partie supérieure du Viséen est composée de tufs microgranulitiques, à la base desquels s'entremêlent quelques grès, schistes et poudingues avec bancs d'anthracite (Ménessaire, l'Hay).

Les éruptions de microgranulite s'intercalent dans les tufs microgranulitiques et continuent après eux.

Les tufs microgranulitiques appartiennent à la famille des Toscanoses; la fumerolle de leur magma est alcalinogranitique, mégapotassique; la scorie

magnésienne-ferrique, microcalcique. Leur analyse moyenne donne : Si, 64,7; Al, 16,8; Fe, 4,3; Ca, 2,0; Mg, 2,4; Na, 2,9; K, 4,5, Ti, 0,7; perte, 1,7.

Les microgranulites appartiennent comme leurs tufs aux Toscanoses; le magma a une fumerolle alcalinogranitique, mégapotassique et une scorie magnésienne, mésocalcique. Analyse : Si, 69,5; Al, 14,8, Fe, 2,3; Ca, 1,9; Mg, 1,6; Na, 4,0; K, 4,9; Ti, 0,3; Apatite, 0,2; perte, 0,4.

Nous rappellerons que le Stéphanien, l'Autunien et le Saxonien se sont déposés dans des synclinaux parallèles aux axes directeurs hercyniens, postérieurs aux plus grands plissements hercyniens.

Leurs poudingues contiennent des galets de toutes les roches précédentes et, en outre, des porphyres pétrosiliceux qui apparaissent notamment, à la partie supérieure des microgranulites, à Montreuilhon, dans le Morvan. Sur les bords du bassin d'Autun, on trouve en outre des coulées et des dômes de roches lamprophyriques d'apparence basaltique dont les filons de profondeur sont constitués par des orthophyres et des porphyrites micacées.

Les porphyres pétrosiliceux appartiennent aux Alaskoses; la fumerolle de leur magma est granitodioritique, mégapotassique, la scorie magnésienne, microcalcique. La moyenne des porphyres pétrosiliceux de Montreuilhon donne : Si, 75,3; Al, 12,7; Fe, 1,5; Ca, 0,1; Mg, 1,6; Na, 2,8; K, 5,0; Ti, 0,5; perte, 0,5.

Les lamprophyres sont des Andazes (variété Shoshonose); la fumerolle est alcalinogranitique, mégapotassique, la scorie magnésienne, mésocalcique. Moyenne de 5 analyses : Si, 52,2; Al, 15,4; Fe, 6,3; Ca, 4,6; Mg, 6,8; Na, 1,9; K, 4,3; perte, 7,0.

Le métamorphisme, dû au granite, envahit localement toutes les formations jusqu'au sommet du Tournaisien. On a vu qu'à la suite des premières émersions des galets de granite se sont déposés dans les poudingues du Viséen.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension des dépressions oligocènes dans une partie du Massif central et sur leur rôle au point de vue hydrologique.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

On sait que la Limagne est la principale région oligocène du Massif central. Elle commença à s'esquisser sous forme d'un long fjord méditer-

ranéen, au début de l'Oligocène, au moment où le *Massif central* n'était qu'un *Plateau central*.

A l'époque stampienne, le synclinal lémanéen était complètement formé. Il communiquait, alors, au moins durant cette époque, avec les lacs du Cantal, sur l'emplacement de la vallée de l'Alagnon et avec le bassin

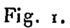
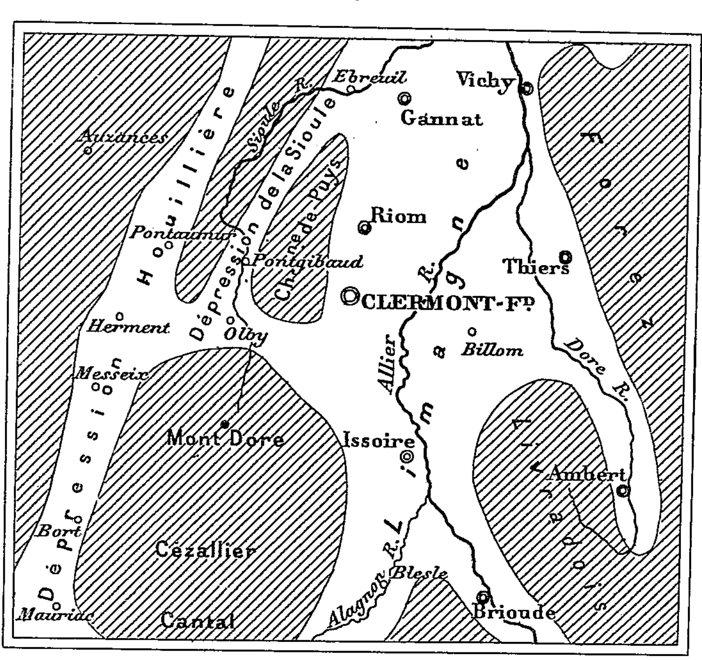


Fig. 1.



Essai de reconstitution de l'extension des formations oligocènes dans une partie du Massif central.

d'Ambert, sur l'emplacement de la vallée de la Dore. Des études récentes me permettent de croire à une extension plus générale des formations oligocènes, qui couvrirent une notable partie du département du Puy-de-Dôme (plus de la moitié).

Notons d'abord que toute la partie septentrionale du Livradois, jusque vers la latitude de Sauxillanges, fut complètement recouverte par les dépôts oligocènes, dont on trouve des lambeaux surélevés à 800ᵐ d'altitude.

D'autre part, la dépression oligocène (Lecoq et Michel Lévy), située sur le versant nord du Massif du Mont-Dore, paraît avoir communiqué momentanément avec celle de la Limagne et aussi avec les deux dépressions

suivantes que j'ai pu délimiter et où Lecoq avait signalé plusieurs lambeaux, ce sont :

1° *La dépression des vallées de la Miouse et de la Sioule,* jalonnée par des dislocations hercyniennes et des éruptions volcaniques et qui s'étendait dans une direction NNE, depuis Henne-l'Église, Pontgibaud, Manzat (Puy-de-Dôme), jusqu'à Ebreuil (Allier).

Elle est indiquée par des lambeaux d'argiles sableuses et de sables conservés sous des coulées de lave de volcans miocènes. La Sioule, qui avait suivi d'abord presque en ligne droite cette dépression de 50^{km}, fut plus tard rejetée en partie à l'Ouest pour des raisons que nous examinerons ailleurs.

2° La seconde dépression oligocène, plus considérable comme superficie et comme puissance de dépôts, *longeait la grande dislocation houillère du Massif central* et était sensiblement parallèle à celle de la Sioule.

Tout le territoire qui s'étend le long de cette bande au nord de Pontaumur, et au sud, vers le Puy-Saint-Gulmier, Herment, Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme), jusqu'à Bort (Corrèze), Champagnac et Mauriac (Cantal), fut transformé à l'Oligocène, en un synclinal atteignant plus de 10^{km} de large, *superposé à l'ancien chenal houiller, qui renaissait ainsi sous une autre forme.* Dans cette dépression longue de plus de 100^{km} et se rattachant au bassin d'Aurillac, par Bort (Boule), s'accumulèrent des dépôts assez puissants (de 40^{m} à 100^{m}) de poudingues, de sables et d'argiles variées.

L'érosion a de nouveau déblayé, en grande partie, ce long couloir drainé sur plus de 100^{km} par le Sioulet, la Dordogne et leurs affluents, et l'on ne trouve plus, de loin en loin, que des lambeaux épars, préservés par des tables de basalte ou de phonolite, qui témoignent de leur ancienne extension.

Les diverses dépressions que nous venons d'examiner n'ont fait que s'accentuer, depuis l'Oligocène, sous l'influence de l'érosion et des tassements du sol.

Mais elles ont joué et jouent encore un rôle primordial au point de vue hydrographique, car elles ont été parcourues, *depuis le début de Miocène,* par des cours d'eau (Allier, Sioule, Miouse, Dore, Alagnon, etc.), qui ont affouillé et entraîné peu à peu les dépôts oligocènes, et attaqué souvent le substratum cristallin sur lequel ils reposent.

L'ancienneté de ce réseau hydrographique remonterait donc au début de la seconde moitié de l'ère tertiaire.

HYDROLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les gaz rares des eaux thermales. Débits gazeux de quelques sources.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Robert Biquard**, présentée par M. Armand Gautier.

Par un travail d'ensemble portant sur un grand nombre de sources appartenant à diverses régions de la France et de l'étranger, l'un de nous a établi, au cours de ces dernières années, la présence générale de l'argon et de l'hélium dans les sources thermales (Ch. Moureu, *Comptes rendus*, 1895, 1902, 1904, 1906). Tout dernièrement nous avons démontré que le néon se trouvait également dans la généralité des sources et nous avons en outre, dans plus de trente cas, déterminé les proportions respectives d'argon et d'hélium (Ch. Moureu et R. Biquard, *Comptes rendus*, 1906).

Ces expériences, qui ont toutes été exécutées sur les mélanges gazeux qui se dégagent spontanément au griffon des sources, ont montré que les proportions de gaz rares, et plus particulièrement d'hélium, pouvaient être quelquefois relativement élevées. C'est ainsi que le gaz de la Source Romaine, à Maizières (Côte-d'Or), ne contient pas moins de 5,34 pour 100 de son volume d'hélium ([1]).

Il nous a paru intéressant de chercher à savoir quelle pouvait être la quantité de gaz rares, et spécialement d'hélium, fournie par cette curieuse source durant un laps de temps donné. Un facteur essentiel de l'évaluation est le débit gazeux total; nous l'avons mesuré directement au griffon. Le résultat obtenu, rapproché de la composition centésimale du gaz brut antérieurement fixée, a donné immédiatement, par un calcul simple, le débit en gaz rares et hélium. Pour avoir des termes de comparaison, les mêmes mesures ont été effectuées dans quelques autres stations.

Nous avons souvent trouvé des débits gazeux irréguliers. Ils dépendent de diverses circonstances; il nous a paru qu'ils étaient surtout affectés par les variations de la pression barométrique.

Les chiffres que nous donnons, dans le Tableau comparatif ci-après, sont

---

([1]) Dans le même ordre d'idées, MM. Hamilton, P. Cady et F. Mc. Farland ont annoncé tout dernièrement avoir caractérisé et dosé l'hélium dans une série de mélanges gazeux, en général riches en gaz combustibles, qui provenaient de divers puits à pétrole des États-Unis. La proportion la plus forte d'hélium qu'ils aient rencontrée est de 1,84 pour 100 (*Journ. of chem. Soc.*, t. XXIX, novembre 1907, p. 1523).

les moyennes des résultats d'expériences ayant duré, en général, plusieurs heures, et qui ont parfois même été répétées à différentes époques de l'année. Les débits en gaz rares et hélium pour une année figurent, exprimés en litres, à côté des débits gazeux totaux.

	Débit gazeux total par an (en litres).	Gaz rares (en bloc).		Hélium.	
		Proportion pour 100.	Débit annuel (en litres).	Proportion pour 100.	Débit annuel (en litres).
Plombières (Vosges). Source Vauquelin	17520	2,03	356	0,258	45
Plombières (Vosges). Source n° 3	14381	1,78	256	0,292	42
Bains-les-Bains (Source Savonneuse) (Vosges)	4891	1,24	61	0,198	9,7
Luxeuil (Haute-Saône). Source Grand Bain	36354	2,11	767	0,77	280
Luxeuil (Haute-Saône). Source Bain-des-Dames	22995	2,09	480	0,87	200
Maizières (Source Romaine) (Côte-d'Or)	18250	6,39	1166	5,34	974
Bourbon-Lancy (Source du Lymbe) (Saône-et-L^re^)	547500	3,04	16644	1,84	10074
Ax (Source Viguerie) (Ariège) (¹)	560640	1,55	8760	0,097	543
Eaux-Bonnes (Source Vieille) (Basses-Pyrénées)	10950	1,80	197	0,613	67

Comme on le voit, les diverses sources peuvent avoir, tant en gaz rares qu'en gaz totaux, des débits extrêmement différents. On voit aussi que la source de Maizières, quoique possédant la plus forte teneur centésimale en gaz rares et spécialement en hélium, est loin d'être la première pour la richesse véritable. La plus riche, sous ce rapport, et de beaucoup, est la source du Lymbe, à Bourbon-Lancy : elle débite annuellement plus de 16000^{l} de gaz rares, et l'hélium y entre pour une proportion supérieure à 10000^{l}. La source du Lymbe nous apparaît ainsi comme une véritable mine d'hélium.

D'autres sources, curieuses au même point de vue, et peut-être plus riches encore, seront sans doute signalées dans l'avenir. Mais, d'ores et déjà, il est acquis que les sources thermales déversent perpétuellement des quantités considérables de gaz rares dans l'atmosphère. On sait, d'autre part, que celle-ci reçoit, en outre, d'une manière continue et par les mêmes voies, des émanations radioactives, comme l'ont montré les premiers Pierre Curie et M. Laborde (*Comptes rendus,* mai 1904).

On se procurait jusqu'ici l'hélium en calcinant certains minéraux (clévéite, fergusonite, thorianite, etc.). et Sir W. Ramsay a montré que le rendement était particulièrement élevé dans le cas de la thorianite. Nous pensons toutefois que l'hélium peut être retiré avec avantage de certaines sources thermales. Si l'emploi de ce gaz, pour des recherches scientifiques ou pour tous autres usages, venait à se répandre, les sources constitueraient une réserve d'autant plus précieuse qu'elle est inépuisable et que l'hélium, avec les autres gaz, s'en dégage constamment en pure perte dans l'atmosphère.

(¹) Le débit de cette source a été mesuré, en août dernier, par M. Paul Sabatier, à qui nous adressons tous nos remercîments.

Nous n'avons pas réussi jusqu'à présent à préparer l'hélium des sources d'eaux minérales à l'état *rigoureusement* pur. L'emploi du charbon refroidi (Sir James Dewar), même à la température de l'air liquide bouillant sous pression réduite, ne nous a pas permis de le priver entièrement de néon dont quelques raies spectrales persistent toujours plus ou moins dans l'hélium séparé. Toutefois il semble bien que l'impureté *néon* n'y subsiste que dans une proportion infime et absolument négligeable. M. Bouty en effet, en comparant la cohésion diélectrique de l'hélium de Bourbon-Lancy à l'hélium de la clévéite, a trouvé des chiffres identiques pour les deux échantillons (*Comptes rendus,* 22 juillet 1907).

Nous ne saurions terminer cette Note sans faire remarquer l'étroite connexité qui existe entre les résultats généraux de nos recherches sur les gaz rares des eaux thermales, toutes plus ou moins radioactives, et les récentes et sensationnelles expériences de Sir W. Ramsay et M. Cameron sur les propriétés chimiques de l'émanation du radium (*Chem. Soc.*, octobre 1907). Nous savions déjà, par les travaux de Sir W. Ramsay et Soddy, que l'émanation fournit de l'hélium par sa destruction graduelle. D'après les recherches récentes, abandonnée au contact de l'eau, elle donnerait du néon et, en agissant sur des solutions contenant du cuivre, elle engendrerait de l'argon, en même temps qu'on verrait apparaître le lithium! Laissant de côté l'importance de ces faits en eux-mêmes, nous pensons que, rapprochés de nos résultats généraux d'une part et des recherches de M. Armand Gautier sur les gaz des roches ignées (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, 1901, p. 403) et de Sir H. Strutt sur le même sujet (*Proceed. Roy. Soc.*, série A, t. LXXIX, 1907, p. 436) d'autre part, ils permettront aux géologues et aux hydrologues d'expliquer assez simplement la présence générale, établie par nos expériences, de l'argon, de l'hélium et du néon dans les sources thermales.

M. L. **Delanoy** adresse une Note intitulée : *Lampe mixte, à deux températures, à vapeurs de mercure et oxydes de terres rares.*

M. **d'Astek** et M. **Pierre Gili** adressent une Note intitulée : *Une nouvelle espèce de nitrificateur.*

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1908.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; t. CXLIV, janvier-juin 1907. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Notice sur la vie et les travaux de Marcel Bertrand, par W. Kilian et J. Révil. Grenoble, Allier frères, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine, par le Dr A. Calmette, Correspondant de l'Institut; t. III. Paris, Masson et Cie, 1908, 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annuaire de la Fondation Thiers, 1908, nouvelle série. Issoudun, imp .Gaignault, 1908; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XX, n° 230, livraison du 15 février 1908. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Electrométallurgie : voie humide et voie sèche, phénomènes électrothermiques, par Ad. Minet; 2e édition entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12.

Annales du Musée colonial de Marseille, publiées par M. le Dr Edouard Heckel; 15e année, 2e série, t. V, 1907. Marseille, Musée colonial, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de Médecine légale de France; 39e année, 2e série, t. IV. Paris, A. Maloine, 1907; 1 vol. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx; t. XXXIV, n° 1, janvier 1908. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié par MM. Hitier et Toulon; 107e année, t. CX, janvier 1908, n° 1. Paris; 1 fasc. in-4°.

Observations de l'éclipse totale de Soleil du 29-30 août 1905, avec 4 planches. Rapport de la Mission astronomique et météorologique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, par M. N. Donitch, en collaboration avec M. L. Ocoulitch et le Baron E. von der Pahlen. Saint-Pétersbourg, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Determinazione (1906) *della latitudine della torre della R. Universita di Pavia,* Nota del Dr Adolfo Viterbi. (*Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano,* n° XLIV.) Milan, 1907; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *B. Baillaud* pour occuper, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *Lœwy*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **B. Baillaud** prend place parmi ses Confrères.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante :

Monsieur le Président et cher Confrère,

Depuis le jour où l'Académie, en m'ouvrant ses portes, a bien voulu reconnaître l'efficacité du concours que je me suis toujours plu à donner à la cause du progrès scientifique, je n'ai cessé de réfléchir aux meilleurs moyens d'accroître, à ce point de vue, la bienfaisante influence de notre Compagnie.

D'accord avec un sentiment maintes fois exprimé, j'estime que ce n'est pas par l'institution de nouveaux prix que ce résultat peut être obtenu. Sans doute, récompenser de bons travaux est chose excellente, mais il importe plus encore de permettre à de tels travaux de naître, en écartant

les obstacles qui peuvent paralyser la bonne volonté des chercheurs, et dont le principal est en général la question budgétaire.

Pénétré de cette pensée, j'ai résolu de mettre à la disposition de l'Académie, sous les conditions stipulées, une somme de cent mille francs, non à titre de capital, mais sous forme d'un petit nombre d'annuités, destinées à être rapidement employées dans l'esprit que je viens d'indiquer : c'est-à-dire qu'écartant toute idée de récompense pour des travaux déjà exécutés, quel qu'en puisse être le mérite, mon intention est que cette somme serve à provoquer des découvertes en facilitant les recherches des travailleurs ayant déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui, n'appartenant pas à notre Académie, manqueraient de ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

Je nourris d'ailleurs l'espoir que mon exemple trouvera des imitateurs, dont la libéralité assurera la permanence des fonds de subvention dont j'aurai été le premier ouvrier, et mon but serait atteint si je pouvais contribuer à faire augmenter la somme de nos connaissances scientifiques.

Je viens donc vous prier, Monsieur le Président, de vouloir bien donner connaissance de cette lettre à l'Académie, en la conviant à délibérer le plus tôt possible sur l'acceptation des conditions auxquelles je souhaite de voir subordonner l'exécution de mon dessein et que j'énumère dans le document ci-joint.

Veuillez agréer, Monsieur le Président et cher Confrère, l'assurance de mes sentiments bien dévoués.

Roland Bonaparte.

M. le Président se fait l'interprète de l'Académie en adressant au prince Roland Bonaparte les remercîments dus à sa libéralité.

PHYSIQUE. — *Sur quelques spectres de phosphorescence.* Note de M. **Henri Becquerel.**

J'ai déjà signalé à plusieurs reprises les caractères que présentent les spectres de la lumière qu'émettent par phosphorescence divers corps, et en particulier divers échantillons de fluorines, soit lorsqu'on les examine au phosphoroscope, soit lorsqu'on les échauffe (¹), soit encore lorsqu'on les

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 557.

expose aux rayons cathodiques ou au rayonnement du radium (¹). Dans ce dernier cas, lorsqu'une calcination préalable a décoloré les fluorines et leur a fait perdre la faculté de luire par une nouvelle élévation de la température, elles reprennent cette propriété et se colorent avec plus ou moins d'intensité.

Les spectres de la lumière émise par les fluorines se composent de bandes plus ou moins étroites, plus ou moins nombreuses, qui apparaissent successivement et dans des ordres différents, soit pour des vitesses de rotations diverses des disques du phosphoroscope, soit à des températures inégalement élevées, présentant des intensités relatives variables avec les échantillons étudiés.

Ces caractères individuels m'ont fait attribuer la présence d'un certain nombre de bandes à l'existence de corps différents ou de composés divers d'un même corps.

M. G. Urbain (²), dans un beau travail de synthèse, a identifié la plupart des bandes des spectres de certaines fluorines avec celles que donnent par phosphorescence cathodique des traces de terres rares déterminées, mélangées à du fluorure de calcium.

Les spectres émis sous l'influence des rayons cathodiques sont généralement plus intenses et présentent des bandes plus nettes que par l'observation au phosphoroscope; par élévation de température la lueur émise est parfois très intense, mais ne dure qu'un instant, et l'observation en est assez difficile.

Les bandes ou les groupes de bandes caractéristiques émis par l'effet des divers modes d'excitation sont généralement les mêmes, à l'intensité près, mais ils peuvent présenter des différences de détails que leur faible intensité ne permet pas toujours de préciser. Cependant, comme on le verra plus loin, la scheelite donne au phosphoroscope un spectre de bandes, et sous l'influence des rayons cathodiques un spectre continu très intense.

Les divers échantillons de fluorine, étudiés d'abord à l'état naturel, puis chauffés et décolorés, donnent, sous l'influence des rayons cathodiques, le même spectre qu'avant cette opération. Une exposition aux rayons du radium restitue la propriété d'être phosphorescents par la chaleur, colore les cristaux, mais ne change pas le caractère des diverses bandes de la phosphorescence provoquée par les divers modes d'excitation. Si l'on prolonge la

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 916.
(²) *Id.*, t. CXLIII, p. 229 et 825.

durée de l'exposition aux rayons du radium, on obtient au bout de quelques semaines un maximum d'intensité dans les effets de phosphorescence, tandis que la coloration continue à s'accentuer pendant plusieurs années. Il y a indépendance entre la coloration ainsi acquise et l'existence de la plupart des bandes du spectre d'émission par phosphorescence.

Le rayonnement du radium communique à la plupart des fluorines une phosphorescence persistante qui, dans la chlorophane, a pour effet de superposer au spectre de bandes une portion de spectre continu intense s'étendant entre les longueurs d'onde $589^{\mu\mu}$ et $475^{\mu\mu}$.

Ce spectre paraît dû à la formation d'un composé qui se rencontre dans la chlorophane naturelle et qui, au phosphoroscope, donne une lueur comprise entre les longueurs d'onde $543^{\mu\mu}$ et $478^{\mu\mu}$ environ.

Le Tableau suivant donne les longueurs d'onde approchées des spectres de phosphorescence de plusieurs minéraux, deux variétés de fluorine, la chlorophane et un échantillon de fluorine provenant de Titlis près Engelberg (Saint-Gothard), un échantillon d'apatite jaune d'Espagne, et un échantillon de scheelite de Traversella (Piémont). Ces échantillons m'ont déjà servi dans des expériences anciennes. La faible intensité de la lumière émise n'a malheureusement pas permis de substituer un appareil plus dispersif au spectroscope à un seul prisme qui m'avait servi antérieurement; encore faut-il parfois donner à la fente de l'appareil une largeur notable qui a pour effet de reporter du côté des grandes longueurs d'onde le milieu des bandes élargies.

Bandes de divers spectres d'émission par phosphorescence.

Rayons cathodiques.			Phosphoroscope.
Chlorophane.	Fluorine de Titlis.	Apatite jaune d'Espagne.	Scheelite de Traversella.
672 forte			
662 forte			
		657 à 654 faible	654 faible
651,5 faible			
		645 forte et fine	646,5 à 640,5 forte
642,5 faible	642,5 forte		
624,5 faible			
		622 à peine visible	
617,5 faible		620 à 613,7 faible	
612 faible			
	606,3 forte	612 à 605 forte	607,6 à 604,2 forte
604,2 très forte		600,5 faible	

Bandes de divers spectres d'émission par phosphorescence (suite).

Rayons cathodiques.			Phosphoroscope.
Chlorophane.	Fluorine de Titlis.	Apatite jaune d'Espagne.	Scheelite de Traversella.
	599,5 très forte	597,5 très forte et fine	601 à 595,3 forte
589 à 588,5 forte	592 faible	593,8 à 585,5 faible lueur	
584 faible	584 faible		
581 faible		582 à 573 faible	
577,5 forte			
	572,5 très forte		
568 faible	567 faible		
565 à 563 faible		568 à 560,5 très forte	569,5 à 560,5 très forte
561,5 à 556 faible	558,7 faible		
554,5 à 553 faible			
552 à 549 faible	551,8 forte		
547,5 à 546 faible		548,7 à 546 faible lueur	
545,5 à 544 faible			
543,5 à 542,5 faible		543,5 faible lueur	
540,5 très forte	540,5 fine		
538 à peine visible	538 très forte		
534 très faible		537 à 526 faible lueur	
526 à 513 faible	526 à 521,5 faible		
495,5 fine			
491,5 fine			
483,5 moyenne	492,5 à 473,5 forte		493,5 à 480 forte
475 forte			
455 forte			
442 forte			
438 forte			
435 forte			

Les spectres des deux échantillons de fluorine ont des bandes communes mais inégalement intenses, puis d'autres qui paraissent occuper des positions légèrement différentes. On remarquera, en particulier, les deux bandes auxquelles on a attribué les longueurs d'onde approximatives $540^{\mu\mu},5$ et $538^{\mu\mu}$, dont la première est très forte dans le spectre de la chlorophane, tandis que la seconde y est à peine visible; le contraire a lieu dans le spectre de la fluorine de Titlis. Le spectre de cette fluorine est caractérisé par l'intensité des bandes $552^{\mu\mu}$ et $538^{\mu\mu}$, les seules qui apparaissent avec le phosphoroscope.

Divers autres échantillons de fluorine de provenances variées sont ca-

ractérisés, dans leurs spectres de phosphorescence, par l'intensité des bandes $604^{\mu\mu},5$, $595^{\mu\mu}$, $566^{\mu\mu}$, $552^{\mu\mu}$, $540^{\mu\mu},5$.

Pour la plupart des fluorines exposées au rayonnement du radium on observe dans leur spectre une émission intense dans le bleu entre les longueurs d'onde $458^{\mu\mu}$ et $420^{\mu\mu}$.

Un échantillon de fluorine dichroïque, non exposé aux rayons du radium et étudié à l'état naturel sous l'influence des rayons cathodiques, émet cette même lueur avec un maximum vers la longueur d'onde $436^{\mu\mu}$.

Les spectres de phosphorescence de l'apatite (fluophosphate de chaux avec traces de didyme) et de la scheelite (tungstate de chaux, avec traces de didyme), observés au phosphoroscope, sont presque identiques; les bandes des deux spectres se correspondent avec cette différence que dans le spectre de l'apatite une bande très fine $\lambda = 597,5$ apparaît avec un peu plus d'intensité que dans le spectre de la scheelite; dans ce dernier on observe encore une bande bleue. Ces deux spectres de phosphorescence ne correspondent pas aux spectres d'absorption que donnent par transmission les mêmes cristaux.

Soumis aux rayons cathodiques, le spectre de phosphorescence de l'apatite est encore le même, tandis que dans les mêmes conditions la scheelite émet en outre un spectre continu tellement intense, que celui-ci masque vraisemblablement le spectre de bandes qu'on voit avec le phosphoroscope.

Je rappellerai que mon père ([1]) avait déjà observé le spectre de bandes de l'apatite dans le phosphoroscope et avait signalé la coïncidence de la bande orangée avec une bande du spectre des fluorines.

Lorsqu'on dispose dans la flamme d'un brûleur un fragment de fluorine, cette flamme donne un spectre d'émission qui a été vu par divers observateurs. Ce spectre se compose de bandes qui ont la plus grande analogie avec les bandes des spectres décrits plus haut, et dont les longueurs d'onde, relevées sur l'échelle qui a servi au Tableau précédent, seraient les suivantes : deux groupes rouges de $649^{\mu\mu}$ à $643^{\mu\mu}$ et de $628^{\mu\mu}$ à $618^{\mu\mu}$, un groupe orangé de $607^{\mu\mu}$ à $602^{\mu\mu}$, deux groupes verts de $555^{\mu\mu},5$ à $553^{\mu\mu},5$ et de $552^{\mu\mu},5$ à $551^{\mu\mu},2$, puis un groupe bleu de $536^{\mu\mu}$ à $530^{\mu\mu}$; ce dernier disparaît assez rapidement.

Le groupe orangé m'avait d'abord paru ([2]) pouvoir être assimilé au groupe qui occupe la même position dans les spectres de phosphorescence

([1]) *La Lumière*, t. I, p. 366.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 154.

des fluorines, et que M. Urbain a rapporté au samarium; par analogie, les autres bandes auraient été la conséquence de la présence d'autres terres rares. Après avoir varié les conditions des expériences, il me semble que cette conclusion ne peut être maintenue.

Quels que soient les échantillons de fluorine donnant des spectres de phosphorescence parfois notablement différents, le spectre de la flamme est toujours le même.

Le groupe bleu disparaît rapidement, le groupe orangé s'affaiblit au point de disparaître quand la fluorine s'est transformée en chaux.

Si l'on soumet alors le résidu de la calcination aux rayons cathodiques, on observe le spectre continu caractéristique de la chaux contenant des traces de manganèse, et sur ce spectre se détachent les bandes caractéristiques de la présence des terres rares.

Un fragment d'apatite ou de scheelite disposé dans la flamme ne donne qu'une ligne jaune qui se confond avec D; mais, si l'on ajoute une goutte d'un acide, azotique, chlorhydrique ou sulfurique, aussitôt le spectre de bandes identique au précédent apparaît pour quelques instants.

Enfin, si dans la flamme on introduit sur un fil de platine un peu de chlorure de calcium, on observe le beau spectre décrit par M. Lecoq de Boisbaudran [1], dont les bandes ne tardent pas à s'affaiblir pour laisser subsister un spectre semblable à celui du résidu des fluorines, c'est-à-dire les groupes rouge et vert, $628^{\mu\mu}$ à $618^{\mu\mu}$ et $555^{\mu\mu},5$ à $551^{\mu\mu},2$, que M. Lecoq de Boisbaudran a montré appartenir à la molécule non dissociée d'oxyde de calcium.

Il est donc vraisemblable d'attribuer les autres groupes des spectres de la flamme à la présence de molécules non dissociées de composés du calcium.

D'autre part, autant qu'on peut en juger avec la faible dispersion du spectroscope employé, on constate les similitudes suivantes :

Le groupe rouge $649^{\mu\mu}$-$643^{\mu\mu}$ de la flamme semble correspondre à une bande des spectres de phosphorescence de la scheelite, de l'apatite et de la fluorine de Titlis; le groupe orangé $607^{\mu\mu}$-$602^{\mu\mu}$ environ paraît en coïncidence avec une partie d'un groupe du spectre de la scheelite, avec une autre partie du groupe correspondant du spectre de l'apatite et avec une bande du spectre de la fluorine de Titlis; il est très voisin de la bande du spectre de la chlorophane attribuée au samarium, sans qu'on puisse répondre de la coïncidence; mais, en outre, ce groupe orangé ainsi que le groupe vert du

(1) *Spectres lumineux*, p. 79.

spectre de la flamme correspondent, tous deux, à deux groupes du spectre donné par la chlorophane avec le phosphoroscope.

Revenons encore sur la presque identité des spectres de phosphorescence de l'apatite, qui est un fluophosphate de chaux avec des traces de terres rares, et de la scheelite, tungstate de chaux contenant également des traces de didyme, et pour laquelle on sait que le tungstate de didyme est isomorphe au tungstate de chaux. Dans ces manifestations de phosphorescence, le phosphore ou le tungstène ne paraissent pas jouer un rôle moléculaire de l'ordre du rôle que jouent dans la phosphorescence des sels d'uranium les métalloïdes ou les sels formant des doubles combinaisons.

Les éléments communs à l'apatite et à la scheelite, la chaux et les terres rares, semblent donc seuls en cause.

On est alors conduit à se demander si les similitudes que nous venons de constater ne sont pas l'effet de mouvements semblables communiqués à certains électrons contenus dans l'atome de calcium associé à divers éléments, mouvements auxquels donnerait lieu la dissociation partielle de ces composés, soit qu'il s'agisse d'une action entre l'oxyde de calcium et certaines terres rares sous l'influence de diverses excitations lumineuses, calorifiques ou cathodiques, soit qu'il s'agisse de la dissociation d'un composé calcique sous l'action d'une température élevée.

PHOTOGRAPHIE. — *Épreuves réversibles. Photographies intégrales.* Note de M. G. Lippmann.

1. La plus parfaite des épreuves photographiques actuelles ne montre que l'un des aspects de la réalité ; elle se réduit à une image unique fixée dans un plan, comme le serait un dessin ou une peinture tracée à la main. La vue directe de la réalité offre, on le sait, infiniment plus de variété. On voit les objets dans l'espace, en vraie grandeur et en relief, et non dans un plan. De plus, leur aspect change avec les positions de l'observateur ; les différents plans de la vue se déplacent alors les uns par rapport aux autres ; la perspective se modifie ; les parties cachées ne restent pas les mêmes ; enfin, si le spectateur regarde le monde extérieur par une fenêtre, il est maître de voir les diverses parties d'un paysage venir s'encadrer successivement entre les bords de l'ouverture, si bien que dans ce cas ce sont des objets différents qui lui apparaissent successivement.

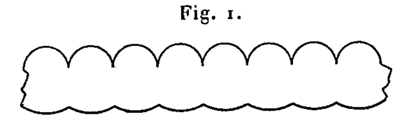
Peut-on demander à la Photographie de nous rendre toute cette variété

qu'offre la vue directe des objets? Est-il possible de constituer une épreuve photographique de telle façon qu'elle nous représente le monde extérieur s'encadrant, en apparence, entre les bords de l'épreuve, comme si ces bords étaient ceux d'une fenêtre ouverte sur la réalité? Il semble que oui; on peut demander à la Photographie infiniment plus qu'à la main de l'homme. Je vais essayer d'indiquer ici une solution du problème.

2. Supposons un film comme ceux qu'on emploie couramment, formé d'une pellicule transparente de celluloïd ou de collodion enduite sur l'une de ses faces d'une émulsion sensible à la lumière. Avant de coucher l'émulsion sur la pellicule, supposons que celle-ci ait été pressée à chaud dans une sorte de machine à gaufrer, de manière à faire naître sur chacune de ses faces un grand nombre de petites saillies en forme de segments sphériques. Chacune des saillies dont est couverte la face antérieure de la pellicule, celle qui restera nue, est destinée à faire office de lentille convergente. Chacune des saillies de la face postérieure est enduite d'émulsion sensible, et elle est destinée à recevoir l'image formée par une des petites lentilles de la face antérieure.

La figure 1 montre une coupe grossie du film ainsi constitué. Pour que chaque image soit au point, il faut que les segments correspondants aient même centre de courbure et que le rapport du rayon d'avant au rayon

Fig. 1.



d'arrière soit égal à $n-1$, n étant l'indice de réfraction du celluloïd pour les rayons photographiquement les plus actifs. Le système formé par l'une quelconque des petites lentilles d'avant et par la portion de couche sensible qui est placée en regard constitue une petite chambre noire sphérique, pareille à un œil : la lentille en est la cornée transparente; la couche sensible remplace la rétine. Il n'y a pas de cristallin; cet organe n'est pas ici nécessaire, car, en vertu de son petit diamètre, la minuscule chambre noire peut rester sensiblement au point sur tout objet quelque peu éloigné. Il est utile qu'une couche de pigment noir isole optiquement chaque élément de son voisin. Si l'on donne pour abréger le nom de *cellule* à chaque chambre noire élémentaire, on voit que la pellicule tout entière est un tissu de ces cellules juxtaposées. Si chaque cellule est un œil simple, leur ensemble rappelle l'œil composé des Insectes.

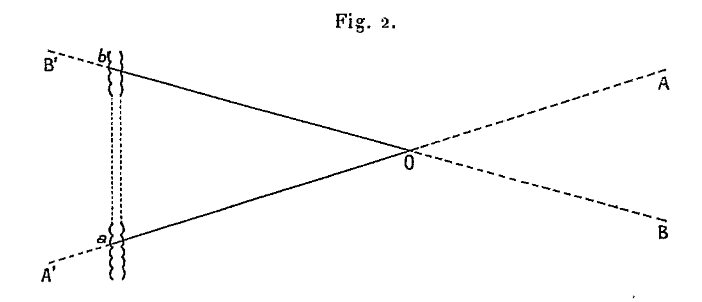
3. La première propriété d'un pareil système est de donner des images photographiques sans qu'on l'ait introduit dans une chambre noire. Il suffit de le présenter en pleine lumière devant les objets à représenter. L'emploi d'une chambre noire est inutile, parce que chaque cellule du film est elle-même une chambre noire. Il faut, bien entendu, conserver la pellicule dans une boîte étanche à la lumière, n'ouvrir celle-ci que pendant le temps nécessaire à la pose, la pellicule demeurant immobile pendant ce temps; ensuite refermer la boîte, enfin aller développer et fixer dans l'obscurité.

Le résultat de ces opérations est une série de petites images microscopiques fixées chacune sur la rétine d'une des cellules.

Observées du côté de la couche sensible, ces images ne pourraient être distinguées à l'œil nu, et donneraient l'impression d'une couche grise uniforme. Par contre, supposons l'œil placé du côté antérieur, et l'épreuve éclairée par transparence en lumière diffuse, comme celle que fournirait un papier blanc appliqué contre la pellicule. L'œil verra alors, à la place du système des petites images, *une seule image résultante projetée dans l'espace, en vraie grandeur.*

En effet, considérons (*fig.* 2) un point a quelconque de l'une des petites images photographiques. Les rayons sortent de la cellule parallèlement entre eux puisque le

Fig. 2.



point a est, par construction, au foyer de la lentille réfringente. L'œil placé en O les perçoit donc comme si le point a était rejeté à l'infini dans la direction Oa.

D'autre part, la direction du faisceau émergent qui a pour origine le point a est précisément celle du faisceau incident qui, pendant la pose, était venu se concentrer en a. Ce faisceau incident provenait d'un point A du paysage. L'œil perçoit donc l'image photographique du point A comme projetée dans l'espace dans la direction de la droite qui joint le centre optique de l'œil au point A, ou plus exactement dans le prolongement de cette direction. Il en est de même d'un second point quelconque B du paysage et de son image photographique b : celle-ci est rejetée à l'infini suivant le prolongement de la droite OB. Les directions étant conservées, les angles et la grandeur apparente le sont également.

On peut donner à cette démonstration une forme un peu différente. On sait que toute chambre noire dans laquelle on a remis en place le cliché qu'elle a donné est un appareil *réversible*. C'est-à-dire que, si l'on éclaire un point *a* quelconque du cliché, image nette d'un point extérieur A, les rayons émergents iront converger en A. Cette proposition s'applique à tous les points *a*, *b*, *c*, ..., images nettes de points extérieurs A, B, C, ... Il s'ensuit que les images réelles ainsi formées occupent dans l'espace, par rapport au système des chambres noires et par rapport les uns aux autres, les mêmes positions que les points matériels qui ont primitivement servi de modèle. Leur système constitue donc un objet virtuel à trois dimensions, qui est optiquement équivalent, pour l'œil d'un observateur, au système même des points matériels qu'on se propose de reproduire. L'œil les apercevra, à condition d'accommoder, sous l'aspect qui convient au point où il se trouve placé.

Cet aspect change avec les positions de l'œil. Comme, de plus, les deux yeux occupent des positions différentes, ils aperçoivent des perspectives correspondantes : les conditions de la perception du relief par la vision binoculaire se trouvent remplies, sans l'emploi d'un stéréoscope. En résumé, la pellicule constituée comme il a été dit plus haut permet de prendre des vues sans chambre noire et montre ensuite les objets photographiés en vraie grandeur et en relief, sans appareil stéréoscopique. De plus, leur aspect change avec la position du spectateur, comme si celui-ci se trouvait en présence de la réalité.

4. Si l'on observe le film simplement développé en négatif après la pose, l'image est un négatif, les points brillants paraissant noirs. De plus, l'image est géométriquement renversée, le haut en bas, la droite à gauche : car chaque point *a* est vu sur le prolongement de la droite OA. Il est donc nécessaire d'opérer un redressement.

Ce redressement peut s'obtenir de deux manières. D'abord on peut conduire les opérations photographiques de manière à obtenir non un négatif mais un positif; on produit le redressement géométrique en faisant tourner le film dans un plan de 180°.

Une meilleure méthode consisterait à copier l'épreuve développée en négatif sur un second film placé en regard du premier à une distance arbitraire de quelques centimètres. Le contact n'est pas nécessaire comme il le serait pour une copie au châssis-presse, car chaque cellule du second film voit, en quelque sorte, l'image négative et renversée, et la redresse par un second renversement. L'avantage de cette seconde méthode est de multiplier à volonté le nombre des copies positives.

5. Chaque image perçue dans l'espace par l'œil de l'observateur est donc une résultante, due à la sommation d'éléments empruntés chacun à l'une des petites images imprimées au fond des *cellules*. L'image perçue est continue, si les cellules sont suffisamment rapprochées. En effet, si l'ouverture de la pupille était infiniment petite, chacun des éléments serait un point et se réduirait sur la rétine de l'observateur à des points séparés; ils paraîtront néanmoins se toucher, à condition que les cellules soient assez petites et assez voisines pour qu'on ne puisse les distinguer. Mais l'ouverture de la pupille est finie, chaque élément a donc une grandeur finie, et ils se raccordent en réalité, à condition seulement que la distance linéaire entre deux cellules soit moindre que l'ouverture pupillaire.

A chaque instant l'image observée est limitée par les bords de l'épreuve, comme la vue des objets extérieurs le serait par les bords d'une lucarne à travers laquelle on regarderait. En déplaçant la tête, on voit d'autres objets s'encadrer entre les mêmes bords, et par un mouvement suffisant on fait, s'il s'agit d'un paysage, le tour de l'horizon. Il pourrait paraître invraisemblable *a priori* qu'une seule et même épreuve photographique puisse nous montrer une succession de vues différentes. Mais ce résultat s'explique simplement : lorsqu'on est en face de l'épreuve, l'image résultante qui apparaît projetée dans l'espace est la sommation d'éléments dont chacun est emprunté à la partie médiane de l'une des petites images cellulaires qui occupent toute l'étendue de l'épreuve. Lorsqu'on regarde celle-ci obliquement, la sommation se fait aux dépens d'éléments empruntés respectivement aux parties latérales des images cellulaires. Si celles-ci ont une ouverture de 120°, par exemple, on pourra balayer 120° du paysage. La perception est ainsi variée, parce que chaque cellule porte, imprimée dans son fond, une vue panoramique du monde extérieur. *Tota in minimis existit natura* (1).

On augmenterait encore l'angle balayé, on le porterait à 360°, en employant une pellicule convexe, cylindrique par exemple, au lieu d'une pellicule plane. Avec une pellicule bombée comme le serait une portion de sphère ou d'ellipsoïde, on embrasserait le ciel et la terre en même temps que tout l'horizon et la ressemblance du système avec certains yeux d'insectes deviendrait plus complète.

Lorsque le sens de la marche de la lumière est changé dans une chambre noire, les rayons reprennent à la sortie le même chemin qu'à l'entrée. Il en

(1) MALPIGHI.

résulte que les déformations de l'image dues aux imperfections de l'objectif sont sans effet; elles sont éliminées grâce au renversement et l'objectif, malgré ses défauts, fonctionne comme s'il était parfait.

6. Il reste donc à remplir une seule condition : la netteté de l'image au fond de chaque cellule. En d'autres termes, le rapport de ses deux rayons de courbure doit être égal à $n - 1$. Facile à énoncer, cette condition unique est assurément très difficile à réaliser avec une précision suffisante, étant données les faibles profondeurs de chaque cellule. On ne peut espérer vaincre cette difficulté technique que par l'emploi d'une machine à mouler de haute précision.

Le collodion, le celluloïd ne sont pas d'ailleurs les seules substances réfringentes qu'on puisse songer à employer. Le verre permet d'obtenir également des sphérules qui forment lentilles, et qu'on sait fabriquer en nombre illimité : mais il reste à les cribler avec précision, et à les coller sur une membrane de collodion fournissant un supplément d'épaisseur exactement déterminé.

Les verres du commerce ont un indice qui peut dépasser 1,9 (maison Schott d'Iéna), mais qui actuellement n'atteint pas 2. Si l'on parvenait à faire $n = 2$, la difficulté technique indiquée plus haut et qui est d'ordre géométrique ne se présenterait plus. On peut en effet démontrer que, si une sphère réfringente a un indice égal à 2, les rayons parallèles qu'elle reçoit convergent sur sa surface postérieure. Une pareille sphère, garnie sur la moitié de sa surface d'une couche sensible, constitue la plus simple des chambres noires, toujours au point pour l'infini quel que soit son diamètre. Les molybdates et tungstates de plomb ont des indices supérieurs à 2; en les mélangeant à des silicates on peut espérer augmenter l'indice du mélange; mais on n'a pas réussi jusqu'à présent à empêcher ce mélange de cristalliser. Toutefois ce sont là des difficultés d'ordre technique qui peuvent n'être pas insurmontables.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les engins grêlifuges.* Note de M. **J. Violle.**

J'ai poursuivi en 1907 les expériences que j'ai entreprises depuis deux années sur les engins grêlifuges, à la demande de M. le Ministre de l'Agriculture [1].

---

(1) J'ai été aidé dans ces recherches avec autant de zèle que d'intelligence par M. Maurice Bailly, répétiteur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon.

L'action d'un engin grêlifuge peut être considérée soit au point de vue mécanique, soit au point de vue électrique.

Dans certains cas paraît se produire un effet mécanique analogue à celui du vent.

M. Léger, instituteur à Fontaines (Saône-et-Loire), m'écrit que, il y a quelques années, étant à Varennes-le-Grand en promenade avec des parents sur la grand'route, d'un point élevé il vit du côté de Saint-Gengoux un orage se dirigeant vers Tournus. Quelques minutes après, il entend les tirs de Tournus et des environs. Immédiatement le nuage s'arrête, semble hésiter, puis il prend la direction de Varennes, marchant sur eux à grande vitesse. Effrayés, ils se sauvent en courant vers leur maison et, bien qu'elle fût dix fois plus près d'eux que ne l'était alors l'orage, ils étaient à peine arrivés que la grêle tombait en abondance sur Varennes où, dit-il, il ne grêlait presque jamais jadis, tandis que Tournus était éprouvé presque tous les ans.

Je pourrais citer d'autres faits semblables (1), voire même des réclamations de propriétaires se prétendant lésés par des tirs qui auraient envoyé des orages sur leurs terres.

Toutefois, cet effet mécanique du tir n'est possible que par temps calme, et, en tous cas, il n'amènerait qu'un déplacement et non la suppression de la grêle.

Je sais bien qu'on a attribué aux engins grêlifuges, particulièrement au « tore » gazeux ou fumeux lancé par le canon, une action mécanique spéciale d'autant plus efficace que plus mystérieuse, vu surtout la disproportion des masses en présence.

Ainsi que je l'ai déjà dit (2), je serais plutôt porté à considérer les tirs comme formant en quelque sorte des paratonnerres constitués essentiellement par une colonne verticale de gaz chauds et ionisés (3), ou par une masse de tels gaz produite au sein même du nuage.

---

(1) M. Brassart signale au delà de la zone protégée actuellement par le syndicat de Montbrison des chutes de grêle récentes sur des communes autrefois presque complètement indemnes. De même, d'après M. Savot, dans la Côte-d'Or, les habitants de la plaine disent que, quand les canons de la côte tirent, ils sont sûrs d'avoir bientôt de l'orage. On multiplierait aisément les exemples.

(2) J. Violle, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 342.

(3) Le fait d'un artilleur tué dans sa baraque, le 19 juillet 1906, à Lozanne (Rhône), par l'explosion d'une masse de poudre presque aussitôt après le tir d'un coup de canon, s'explique aisément dans cette manière de voir, si (ce qui a été la première version) c'est la foudre qui, en tombant sur la baraque, a provoqué l'explosion.

De toutes façons, il importe d'abord de savoir, d'une part, la hauteur à laquelle se trouvent les nuages orageux, d'autre part, celle qu'atteignent les engins.

La hauteur des nuages orageux est assurément variable. Toutefois, au-dessus d'une vaste plaine, ces nuages forment, en général, des masses épaisses qui ne s'abaissent guère au-dessous de 1^{km}. Cette circonstance, à elle seule, suffirait à rendre compte des résultats négatifs constatés par M. Blaserna, à Castelfranco Veneto.

Mais, quand des nuages suivent une vallée qui les enserre, ils peuvent se rapprocher beaucoup plus du sol.

Le stéréotélémètre permet de mesurer assez exactement et rapidement la hauteur d'un nuage. Mais c'est un appareil coûteux et d'un usage nécessairement restreint. Quelque moyen plus pratique serait très précieux.

La hauteur à laquelle s'élèvent les engins (1) est aujourd'hui bien déterminée pour les bombes et les fusées dont la fabrication a atteint en quelques années un remarquable degré de perfection.

Mais, quand il s'agit d'une expérience, rien ne vaut un ballon qui permet d'élever à la hauteur qu'on veut un marron aussi gros qu'on le désire. L'éclatement de ce marron peut être réglé à l'avance au moyen d'une mèche Bickford, ou produit au moment même à l'aide d'un coup de poing de Breguet envoyant un courant dans un allumoir électrique. Le ballon doit alors entraîner avec lui un fil d'acier qui se déroule à mesure que le ballon monte et qui le maintient captif. Si ce procédé exige une installation spéciale, il assure l'avantage de ne produire la détonation qu'au moment où l'on a amené le ballon au point voulu.

J'ai employé à maintes reprises des ballons pour provoquer ainsi des explosions au sein des nuages. Une seule fois, je vis le nuage se percer et bientôt se séparer en deux (2). Et cependant, je variai l'expérience sous bien des formes. Certaines fois, je fis éclater dans le nuage le ballon lui-même gonflé à dessein d'un mélange d'hydrogène et d'air; on obtenait ainsi une forte

(1) Je ne parle pas du rayon dans lequel se fait sentir leur action. Celle d'un canon se propage à plusieurs centaines de mètres au-dessus du sol.

(2) C'était à Fixin (Côte-d'Or), le 18 août 1907, par un temps très chaud, couvert de nuages orageux. A $3^h 25^m$ p. m., on lance un ballon sphérique de 2^m de diamètre, gonflé à l'hydrogène et portant une bombe Aubin de 350^g. Le ballon monte rapidement tout droit et au bout de 4 minutes il disparaît, à 1300^m d'altitude, dans un beau nuage au sein duquel le marron éclate. On voit aussitôt se produire dans le nuage une éclaircie qui s'élargit peu à peu et bientôt le nuage est coupé en deux tronçons.

détonation accompagnée d'une grande flamme. D'autres fois, je tentai, inutilement, de faire foudroyer le ballon revêtu à cet effet d'une armature métallique [1]. D'autres fois encore, suivant une idée personnelle de M. Teisserenc de Bort [2], je fis brûler dans le nuage des pots à fumée semblables à ceux qu'on emploie contre les gelées. Tout cela sans résultat appréciable.

Devons-nous toutefois nous étonner qu'une action, si elle est minime, n'amène qu'un changement faible, partant sujet à nous échapper, d'autant plus que les nuages seront déjà eux-mêmes secoués et bouleversés par l'ouragan? Mais, convenablement multipliée, une action faible peut devenir importante. De nos expériences sur les explosions isolées passons donc à celles des tirs en masses des syndicats.

Ce qui frappe d'abord c'est la confiance persévérante de ces syndicats, qui ne continueraient certainement pas longtemps à faire les frais de tirs dont ils ne croiraient pas avoir constaté l'efficacité. D'autre part, on ne saurait raisonnablement mettre en doute la bonne foi des viticulteurs, parmi lesquels se trouvent d'excellents observateurs, exercés dès leur enfance à suivre les phénomènes atmosphériques. Et ils s'accordent à déclarer qu'une défense bien conduite entraîne un résultat certain.

Il n'en est pas moins vrai que, dans un orage, au milieu des variations rapides et imprévues du phénomène, ce n'est généralement pas chose facile que de démêler la part à attribuer au tir des engins grêlifuges sur son déve-

---

(1) J'ai été conduit à ce procédé par la catastrophe arrivée à un officier italien dont le ballon métallisé avait été foudroyé dans les airs. J'ai d'abord employé la poudre d'aluminium, comme on l'avait fait en Italie, pour donner au ballon une surface brillante au soleil, dans la fête où se produisit ce lugubre accident. Mais j'ai trouvé plus simple et plus commode de coller sur le ballon des feuilles d'étain, convenablement disposées. Ces expériences mériteraient d'être reprises. Des ballons, un peu gros, qu'on aurait réussi à arranger de sorte qu'ils fussent à peu près infailliblement foudroyés dans un nuage orageux, constitueraient en effet des engins intéressants.

(2) Ce n'est pas ici le lieu de parler des expériences que M. Teisserenc de Bort et moi, nous fîmes ensemble à Trappes avec ces différents engins, qui se montrèrent tout aussi impuissants au point de vue de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. Des tirs effectués jadis au Texas avaient déjà conduit à cette conclusion négative. Je veux seulement noter qu'au cours d'une expérience faite dans la matinée du 8 février 1907, par un temps froid et beau, l'explosion d'un gros marron Aubin, monté à 600^m par un ballon captif, donna naissance à un magnifique tore de fumée, en apparence plat, d'un diamètre intérieur d'au moins 20^m, d'un diamètre extérieur peu supérieur, et qui persista longtemps, immobile dans un air très calme et nullement troublé par sa présence.

loppement. Ajoutons que pendant le tir les artilleurs, occupés à leur besogne souvent pénible, ne peuvent guère suivre soigneusement la marche de l'orage.

De là l'importance des constatations faites par des observateurs places hors du champ de bataille, comme celles que nous avons relatées plus haut.

De là aussi, si l'on veut serrer de près les faits, la nécessité de procéder immédiatement soi-même à l'examen des lieux et des témoins. Avec les moyens actuels d'avertissement et de locomotion, cela peut assurément se faire en quelques points où les dispositions auront été prises à l'avance pour une instruction immédiate et complète de toutes les circonstances de l'orage méthodiquement attaqué.

J'avais pris les dispositions nécessaires dans deux localités particulièrement intéressantes par l'importance des orages dont elles sont fréquemment le théâtre et par l'intelligente vigueur avec laquelle ils y sont combattus : Mâlain dans la Côte-d'Or et Montbrison dans la Loire. Aucune de ces deux localités ne fut cette année atteinte par quelque orage méritant d'être signalé.

Restent les deux champs d'expériences, l'un dans le Beaujolais, l'autre dans le Gers et la Haute-Garonne, où un contrôle des tirs exécutés par les syndicats a été organisé par l'Administration. Il sera très intéressant de connaître les résultats des tirs ainsi contrôlés, quand le dépouillement des bulletins qui s'y rapportent sera terminé.

Un intérêt particulier s'attache au champ d'expériences du Beaujolais, pour lequel la statistique comparée des dégâts occasionnés par les orages avant l'installation de la défense et depuis cette installation a été donnée, dès les premières années, par les soins du syndicat. Rien ne montre mieux l'importance attribuée, avec raison, à ce genre de preuve que la vivacité du débat qui s'est récemment élevé au sujet des estimations sur lesquelles reposent les comparaisons à établir.

Il n'y aura jamais en effet, chaque année, qu'un nombre restreint d'orages dont on arrivera à fixer sûrement toutes les circonstances ; et, par la nature même du phénomène, l'influence du tir sur ces circonstances ne pourra que difficilement être dégagée en toute certitude.

Une statistique exacte des dégâts occasionnés par les orages sur le terrain d'un syndicat assez vaste et bien organisé, toute interprétation laissée de côté sur quelque défectuosité accidentelle dans le tir, constituerait donc un document précieux par la comparaison qu'elle permettrait avec celle des dégâts éprouvés en même temps par les localités limitrophes non

défendues, ainsi qu'avec celle des dégâts subis par les communes syndiquées antérieurement à leur action défensive.

En résumé, ce qui résulte surtout des expériences directes, c'est la faiblesse de l'action que peut exercer sur un nuage orageux une détonation isolée.

Les effets des tirs en masses paraissent encore capricieux, ce qui veut dire que trop souvent aussi ces tirs sont insuffisants.

Dans un orage violent, à allure cyclonique, les efforts incohérents d'artilleurs bénévoles, surpris et malmenés par l'ouragan, sont presque fatalement voués à l'impuissance.

Mais il ne semble pas impossible de lutter avec succès contre un orage à marche lente, débouchant par quelque col passage habituel des nuées orageuses, si ce col et les hauteurs voisines sont munis de moyens de défense méthodiquement groupés et régulièrement employés, et si à cette disposition essentielle du tir en avant de la région à protéger fait suite une organisation raisonnée sur cette région même.

Un contrôle rapide et précis des orages sur certains champs d'expériences ainsi organisés fournirait sans doute, en dehors des statistiques, des arguments solides sur la question toujours pendante de l'efficacité des engins grêlifuges.

CHIMIE. — *Le lithium dans les minerais actifs.* Note de Sir **William Ramsay** et M. **Alex. Cameron.**

Les résultats intéressants obtenus par M. Mac Coy en Amérique et par M^{lle} Gleditsch en France, relativement à la présence du lithium dans certains minéraux radifères, n'ont pas la signification exclusive qui leur est attribuée par ces auteurs. Nous avons signalé l'existence du lithium dans les sels de cuivre traités par l'émanation du radium, non pas parce que nous croyons qu'il est le seul produit du changement, mais seulement parce que sa présence ne peut être expliquée que par un tel changement. Nous avons remarqué que le poids du résidu alcalin est plus grand après qu'avant le traitement avec l'émanation et que le spectre du résidu montre les raies jaunes du sodium, et aussi que le spectre du potassium est visible. Nous persistons à croire que la désagrégation du cuivre donne des membres de son groupe, savoir les métaux de la série alcaline, et que, parmi ceux-ci, c'est le lithium dont la formation est la plus vraisemblable. Le sodium et le

potassium peuvent tirer leur origine du verre. Des expériences actuellement en cours, exécutées dans des vases en silice, donneront une réponse définitive à cette question.

Il nous paraît probable que la proportion des produits doit dépendre de circonstances encore inconnues. Nous avons trouvé qu'en présence de l'eau le néon remplace en grande partie l'hélium, qui est le produit ordinaire de la désagrégation de l'émanation de radium. Il y a aussi une certaine probabilité qu'en présence d'un sel de cuivre l'argon se produit, sans une trace d'hélium.

Il faut chercher des exemples dans la Chimie pour appuyer notre thèse. Par exemple, l'action du chlorure de chaux sur l'ammoniaque peut donner, suivant les circonstances, de l'azote ou de l'hydrogène. N'est-il pas possible que le lithium ne soit pas un produit constant de l'action de l'émanation sur les sels de cuivre, mais que la présence d'autres métaux détermine sa formation, sans laquelle il peut se former du sodium ou du potassium, ou bien d'autres métaux, qui n'appartiennent pas à la série alcaline? Ce sont des questions que nous espérons résoudre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation directe des quinones aromatiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

La méthode générale d'hydrogénation directe au contact du nickel divisé s'applique avantageusement aux quinones aromatiques, qui sont ainsi, au voisinage de 200°, transformées en hydroquinones correspondantes avec un rendement excellent.

Quinone ordinaire $C^6H^4O^2$. — Quand on opère vers 190° avec la quinone ordinaire, une traînée de $0^m,10$ de nickel suffit pour obtenir une production à peu près intégrale d'hydroquinone $C^6H^4(OH)^2$ qui se sublime en cristaux blancs fondant exactement à 169°.

Il n'y a, dans ces conditions, aucune formation d'eau. Mais cette dernière apparaît, au contraire, lorsqu'on conduit l'hydrogénation à température plus élevée, vers 220° ou au-dessus : on recueille alors du phénol et surtout du benzène, et seulement des traces d'hydroquinone. Ce résultat pouvait être prévu, car l'un de nous avait constaté antérieurement avec M. Senderens [1] que l'hydroquinone hydrogénée sur le nickel vers 250° fournit de l'eau, du phénol et du benzène.

---

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 428.

Toluquinone $CO\langle\begin{smallmatrix}CH = CH \\ CH = C\end{smallmatrix}\rangle CO$ (CH^3 sur le second C). — La toluquinone, cristaux jaunes qui fondent à 68°, se comporte d'une manière analogue à la quinone ordinaire. Hydrogénée sur le nickel vers 200°, elle se change à peu près intégralement en toluhydroquinone $CH^3.C^6H^3(OH)^2$ qui se sublime en cristaux blancs fondant à 124°.

Paraxyloquinone $CH^3-C\langle\begin{smallmatrix}CO - CH \\ CH - CO\end{smallmatrix}\rangle C-CH^3$. — La paraxyloquinone ou phlorone, aiguilles jaune d'or qui fondent à 123°, se laisse facilement hydrogéner à 200° par une courte traînée de nickel et fournit, sans aucune formation d'eau, le diphénol correspondant en cristaux blancs qui fondent à 213°.

Thymoquinone $C^6H^2O\langle\begin{smallmatrix}CH^3 \\ CH(CH^3)^2\end{smallmatrix}$. — La thymoquinone, qui se présente en tables jaunes prismatiques fondant à 45°, donne lieu, sur le nickel à 200°, à une hydrogénation régulière et se transforme en thymohydroquinone, cristaux blancs qui brunissent lentement à la lumière et fondent à 140°.

Dans les divers cas qui précèdent, en pratiquant l'hydrogénation à des températures supérieures, entre 220° et 250°, on n'obtient plus qu'une dose minime du diphénol; mais il se produit de l'eau, des monophénols et des carbures aromatiques correspondants.

Au contraire, quand on abaisse convenablement la température d'hydrogénation, les diphénols qui proviennent de l'hydroquinone et de ses homologues peuvent subir eux-mêmes une fixation régulière de 6^{at} d'hydrogène sur le noyau, et nous avons pu atteindre de la sorte des diols de la série cyclohexanique.

Dans une prochaine Communication nous aurons l'honneur d'indiquer les résultats positifs que nous avons obtenus dans l'hydrogénation directe des divers diphénols et même des triphénols.

CORRESPONDANCE

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats au poste de Directeur de l'Observatoire

de Toulouse, vacant par suite de la nomination de M. *B. Baillaud* au poste de Directeur de l'Observatoire de Paris.

(Renvoi à une Commission composée du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques et de MM. les Membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, relative aux postes d'étude que son Département a acquis pour la France au *Laboratoire international de Physiologie du Mont Rose*. L'ouverture définitive de ce laboratoire devant avoir lieu vers la fin de juin, le Ministre, en indiquant les conditions fixées pour la jouissance de ces postes, demande à l'Académie de faire connaître son avis relativement au choix des titulaires. Les personnes qui désireraient profiter de cet avantage devront s'adresser à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Traité des courbes spéciales remarquables planes et gauches*, par F. Gomes Teixeira. Édition française. Tome I. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Le fascicule IX (Oiseaux) des Décades zoologiques de la *Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine*. (Présenté par M. Yves Delage.)

3° Le *XX^e Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à lignes de courbure confondues*. Note de M. L. **Raffy**.

I. Dans son *Application de l'Analyse à la Géométrie*, Monge a considéré les surfaces dont les deux rayons de courbure principaux sont partout égaux et de même sens. Il a montré que ce sont les seules surfaces dont les lignes de courbure soient confondues, mais non indéterminées, et qu'on peut les déterminer comme enveloppes d'une sphère dont le centre décrit une courbe gauche arbitraire et dont le rayon est égal à l'arc de cette courbe. Il suit de

Et qu'elles sont engendrées par des droites isotropes qui n'ont pas d'enveloppe. Nous les appellerons *surfaces* (O_k) pour rappeler que tous leurs points sont des ombilics et qu'elles ont une courbure. Toute surface gauche à génératrices isotropes est une surface (O_k). Une classe de surfaces (O_k) est constituée par les surfaces que J.-A. Serret a fait connaître (*Journal de Liouville*, 1848) et qui résultent de la déformation de la sphère considérée comme surface réglée.

M. Scheffers (*Einführung in die Theorie der Flächen*, p. 227) a exprimé les coordonnées des surfaces à génératrices isotropes par des formules d'où il est aisé de faire disparaître les signes de quadrature dans le cas général, mais non dans le cas des surfaces de Serret. M. Stäckel (*Leipziger Berichte*, 1902) a appelé l'attention sur les deux nappes dont se compose l'enveloppe des sphères définies par Monge et dont chacune est engendrée par l'une des deux génératrices isotropes qui sont communes à deux enveloppées consécutives.

II. On peut obtenir une représentation analytique générale et explicite des surfaces (O_k) en employant les coordonnées tangentielles isotropes de Bonnet (Darboux, *Théorie des surfaces*, t. I, p. 246). Considérons, en effet, le plan variable

$$(\alpha+\beta)x + i(\beta-\alpha)y + (\alpha\beta-1)z + \xi = 0,$$

et soient p, q, r, s, t les dérivées premières et secondes de ξ par rapport à α et à β. La surface enveloppe de ce plan est déterminée par les équations

$$(1)\quad (\alpha\beta+1)z = \xi - p\alpha - q\beta, \qquad x - iy = -\beta z - p, \qquad x + iy = -\alpha z - q.$$

Ses rayons de courbure principaux et ses centres de courbure principaux sont fournis par les relations

$$(2)\quad \begin{cases} 2R = (\alpha\beta+1)\left(z + s \pm \sqrt{rt}\right), & X - iY = -p + \beta\left(s \pm \sqrt{rt}\right), \\ 2Z = (\alpha\beta+1)z + (\alpha\beta-1)\left(s \pm \sqrt{rt}\right), & X + iY = -q + \alpha\left(s \pm \sqrt{rt}\right). \end{cases}$$

Pour les surfaces (O_k), il faut supposer $rt = 0$. Soit $t = 0$, et par suite

$$\xi = \beta A(\alpha) + A_0(\alpha).$$

Il y a ainsi une correspondance, que la théorie des transformations de contact permettait de prévoir, entre les surfaces à plan directeur et les surfaces (O_k). Les formules (1) donnent pour ces dernières surfaces les expres-

sions entièrement explicites

$$(1\ bis)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{z}{A_0-\alpha A_0'-A'\alpha\beta} &= \frac{-(x-iy)}{(A_0+A')\beta+A_0'} \\ &= \frac{-(x+iy)}{\alpha(A_0-\alpha A_0'-A'\alpha\beta)+A(\alpha\beta+1)} = \frac{1}{\alpha\beta+1}. \end{aligned}\right.$$

On voit aisément que les lignes $\alpha=$ const. sont des génératrices isotropes qui constituent à elles seules les deux familles de lignes de courbure. La seconde famille d'asymptotiques et la seconde famille de lignes minima dépendent d'équations de Riccati.

Le rayon et le centre de l'unique sphère principale correspondant à chaque point de la surface sont déterminés par les relations

$$(2\ bis)\quad \left\{\begin{aligned} 2R &= A_0-\alpha A_0'+A', \qquad & X-iY &= -A_0', \\ 2Z &= A_0+\alpha A_0'-A', \qquad & X+iY &= \alpha A'-A. \end{aligned}\right.$$

La surface des centres se réduit ainsi à une courbe (Γ), dont on possède à la fois les coordonnées X, Y, Z et l'arc S, qui ne diffère de R que par une constante additive. La courbure totale ne dépend que de α. Pour avoir les surfaces de Serret, il suffit d'égaler à zéro la différentielle dS, ce qui donne

$$A''=\alpha A_0''.$$

III. Au moyen des formules (2 *bis*), qui conviennent à une courbe quelconque (Γ), j'ai déterminé les coordonnées des deux nappes de l'enveloppe des sphères principales

$$(3)\qquad (x-X)^2+(y-Y)^2+(z-Z)-R^2=0$$

et les éléments linéaires ds_1^2, ds_2^2 de ces deux nappes. Voici leurs expressions, dans lesquelles λ désigne le rapport $A'':A_0''$:

$$ds_1^2=\frac{4R^2\,d\alpha\,du}{(u-\alpha)^2}+2RA_0''\frac{u-\lambda}{u-\alpha}d\alpha^2,$$

$$ds_2^2=\frac{4R^2\,d\lambda\,dv}{(v-\lambda)^2}-2RA_0''\frac{v-\alpha}{v-\lambda}d\alpha\,d\lambda.$$

La seconde nappe se réduit à une droite isotrope quand la courbe (Γ) est tracée sur un plan isotrope. Si (Γ) est tracée sur un plan non isotrope (P), ce qui s'exprime par la relation involutive à coefficients constants

$$l\lambda\alpha+m(\lambda+\alpha)+n=0,$$

les deux nappes sont symétriques par rapport à (P) et par suite applicables l'une sur l'autre. Ce cas particulier n'est pas le seul où il en soit ainsi. Pour que les deux nappes de l'enveloppe des sphères (3) soient applicables l'une sur l'autre, les génératrices $\alpha =$ const. se correspondant, il faut, abstraction faite du cas où leur courbure totale est constante (surface de Serret), que les fonctions A et A_0 vérifient une équation où figurent leurs dérivées jusqu'au cinquième ordre. Cette équation admet une intégrale première qu'on peut mettre sous la forme

$$\frac{\rho S}{\tau} = \text{const.},$$

S étant l'arc, ρ le rayon de courbure et τ le rayon de torsion de la courbe (Γ); telle est la condition nécessaire et suffisante pour l'applicabilité des deux nappes. En supposant la constante infinie, on retrouve le cas où la courbe (Γ) est plane.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Cas de réduction des équations différentielles de la trajectoire d'un corpuscule électrisé dans un champ magnétique.* Note de M. **Carl Störmer**.

1. Considérons un corpuscule électrisé se mouvant dans un champ magnétique dérivant d'un potentiel newtonien.

En supposant que le mouvement obéit aux lois observées pour les rayons cathodiques, nous allons trouver les équations différentielles de la trajectoire en coordonnées curvilignes quelconques q_1, q_2, q_3.

Soient m_{ik} les coefficients dans la formule pour le carré de l'élément linéaire de l'espace, de manière que

$$dS^2 = \sum_{i,k} m_{ik}\, dq_i\, dq_k = m_{11}\, dq_1^2 + m_{12}\, dq_1\, dq_2 + \ldots + m_{33}\, dq_3^2 \qquad (m_{ik} = m_{ki}).$$

Désignons de plus par Δ le déterminant

$$\begin{vmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{vmatrix}$$

et par M_{ik} le quotient entre le mineur [1] correspondant à m_{ik} et Δ.

---

[1] C'est-à-dire $(-1)^{i+k}$ multiplié par le déterminant obtenu en chassant la ligne et a colonne qui contiennent m_{ik}.

Enfin, soit (q_1, q_2, q_3) un point sur la trajectoire du corpuscule et désignons par D_1, D_2, D_3 les tangentes, en ce point, aux lignes de coordonnées.

Cela posé, pour écrire les équations de la trajectoire, partons de cette loi géométrique du phénomène, que $H_0\rho_0$ multiplié par l'accélération est égal à $\pm$ le produit vectoriel de la vitesse et de la force magnétique; ici $H_0\rho_0$ est une constante dépendant de la mesure du corpuscule, et l'accélération et la vitesse sont définies en considérant l'arc s de la trajectoire comme variable indépendante au lieu du temps; enfin, le signe à prendre dépend du signe de la charge d'après une règle simple.

En introduisant, comme dans les équations de Lagrange, la fonction

$$T = \frac{1}{2}\sum_{i,k} m_{ik} q'_i q'_k,$$

où les dérivées sont prises par rapport à s, et en désignant par V le potentiel magnétique, on aura, pour les projections sur D_i de l'accélération, de la vitesse et de la force magnétique, les expressions suivantes :

$$\frac{1}{\sqrt{m_{ii}}}\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i}\right], \quad \frac{1}{\sqrt{m_{ii}}}\frac{\partial T}{\partial q_i} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\sqrt{m_{ii}}}\frac{\partial V}{\partial q_i}.$$

Cela posé, pour interpréter la loi géométrique indiquée plus haut, on n'aura à résoudre qu'un problème élémentaire de géométrie analytique de l'espace, ce qui donne

$$H_0\rho_0\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i}\right] = \pm\frac{1}{\sqrt{\Delta}}(m_{i1}P_1 + m_{i2}P_2 + m_{i3}P_3) \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où

$$P_1 = \frac{\partial V}{\partial q_3}\frac{\partial T}{\partial q'_2} - \frac{\partial V}{\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_3}, \quad P_2 = \frac{\partial V}{\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q'_3} - \frac{\partial V}{\partial q_3}\frac{\partial T}{\partial q'_1}, \quad P_3 = \frac{\partial V}{\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_1} - \frac{\partial V}{\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2},$$

et où le signe à prendre dépend de la charge du corpuscule et de l'orientation des directions D_1, D_2 et D_3.

En réduisant, on en tire les équations cherchées, sous leur forme définitive :

$$\text{(I)} \qquad \pm H_0\rho_0\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i}\right] = R_l q'_k - R_k q'_l,$$

où

$$R_i = \sqrt{\Delta}\left(M_{i1}\frac{\partial V}{\partial q_1} + M_{i2}\frac{\partial V}{\partial q_2} + M_{i3}\frac{\partial V}{\partial q_3}\right)$$

et où i, k, l désignent les indices 1, 2, 3 ou bien 2, 3, 1 ou bien 3, 1, 2.

2. On voit un cas d'intégrabilité des équations (I) *si les $m_{i,k}$ sont tous indépendants de q_1 et si, de plus,*

$$\text{(II)} \qquad \frac{\partial R_2}{\partial q_2} + \frac{\partial R_3}{\partial q_3} = 0.$$

En effet, dans ce cas, $\frac{\partial T}{\partial q_1} = 0$, et $-R_2$ et R_3 sont les dérivées partielles, par rapport à q_3 et q_2, d'une fonction Φ de q_2 et q_3, ce qui donne

$$\pm H_0 \rho_0 \frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_1}\right) = \frac{\partial \Phi}{\partial q_2} q'_2 + \frac{\partial \Phi}{\partial q_3} q'_3;$$

d'où, en intégrant,

$$\text{(III)} \qquad \pm H_0 \rho_0 \frac{\partial T}{\partial q'_1} = \Phi + C,$$

où C est une constante d'intégration.

La condition (II) prend une forme simple quand on remarque que l'équation de Laplace, à laquelle satisfait le potentiel V, aura, en coordonnées curvilignes, la forme

$$\frac{\partial R_1}{\partial q_1} + \frac{\partial R_2}{\partial q_2} + \frac{\partial R_3}{\partial q_3} = 0.$$

En effet, cela donne

$$\frac{\partial R_1}{\partial q_1} = 0.$$

Comme les m_{ik}, c'est-à-dire Δ et les M_{ik}, sont indépendants de q_1, cette condition peut s'écrire

$$\text{(IV)} \qquad M_{11} \frac{\partial^2 V}{\partial q_1^2} + M_{12} \frac{\partial^2 V}{\partial q_1 \partial q_2} + M_{13} \frac{\partial^2 V}{\partial q_1 \partial q_3} = 0.$$

Cette équation sera satisfaite en particulier *si V est fonction de q_2 et q_3 seuls.* Cela aura lieu, par exemple, si le champ magnétique reste inaltéré par une translation, par une rotation ou par un mouvement hélicoïdal. Nous avons étudié quelques-uns de ces cas spéciaux, qui comprennent le cas d'un seul pôle magnétique, intégré par M. Darboux [1] en 1878 [résultat

---

(1) *Bulletin des sciences mathématiques*, 1878, p. 433.

généralement attribué à M. Poincaré qui l'a retrouvé en 1896 (¹)], et le cas d'un aimant élémentaire, traité en détail dans un Mémoire plus étendu.

PHYSIQUE. — *Mesure électrique des petites longueurs*. Note de M. A. **Guillet**, présentée par M. G. Lippmann.

On mesure généralement une petite longueur soit en la subdivisant en parties égales, de l'ordre du micron, dont on compte le nombre (méthodes interférentielles), soit en l'ajoutant à elle-même un nombre connu de fois et en mesurant directement la longueur obtenue (méthodes de multiplication). Mais il peut être souvent avantageux d'employer, pour la mesure d'une petite longueur, une sorte de comparateur électrique, extrêmement sensible et pratique, dont voici le principe.

Une bobine plate C, invariablement liée à la dimension dont on veut évaluer la variation, est disposée entre deux bobines fixes A, B, de même axe que la bobine C. Une force électromotrice variable est intercalée dans le circuit A + B, et la bobine C est intercalée dans le circuit d'un indicateur convenable de courant; enfin les courants variables qui alimentent les bobines A et B produisent sur C des effets d'induction opposés. On commence par déplacer C de façon à lui faire prendre la position pour laquelle le potentiel mutuel m du système A + B, C est nul, puis on produit le phénomène mécanique ou physique (allongement élastique, flexion, dilatation, etc.) qui change de ε la position de C.

Si l'induction est produite en établissant ou supprimant un courant constant n fois par seconde, on a, pour l'intensité moyenne du courant induit,

$$i = n\frac{\Delta m}{r}\mathrm{I}'.$$

Pour une autre valeur ε' du déplacement, on aurait

$$i' = n\frac{\Delta m'}{r'}\mathrm{I}';$$

d'où la relation

$$\mathrm{I}\frac{\Delta m}{r} = \mathrm{I}'\frac{\Delta m'}{r'},$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 930.

si l'on a soin de régler le circuit de façon à amener toujours le spot sur la même division de l'échelle. Or, en choisissant convenablement les dimensions des bobines, ainsi que leur écartement, on a, dans les conditions des expériences,

$$\frac{\Delta m}{\varepsilon} = \frac{\Delta m'}{\varepsilon'} = f;$$

d'où

$$\varepsilon' = \varepsilon \frac{r'}{r} \frac{I}{I'}.$$

On tare l'instrument en donnant à ε une valeur connue.

La sensibilité de ce comparateur est en quelque sorte illimitée et sa manipulation est très commode en raison de la variété des moyens de compensation.

Pour préciser les idées, je supposerai que le rayon moyen des bobines est de 10^{cm}. Pour deux spires, distantes de z centimètres, le potentiel mutuel a alors les valeurs approchées suivantes :

$z = 8^{cm}$.......	M = 66,84	$z = 3^{cm}$.......	M = 167,32
7.......	78,95	2.......	215,70
6.......	92,96	1.......	298,64
5.......	111,16	0,5.....	374,86
4.......	135,15		

En plaçant une spire c entre deux spires $a + b$ à 15^{mm} de l'une et à 5^{mm} de l'autre, on aurait donc

$$m_0 = 125 \text{ environ.}$$

Comme la multiplication due aux enroulements était de 4×10^5 dans l'appareil d'essai, on avait

$$m = 5 \times 10^7$$

et, par suite, pour $n = 10$, $I = \frac{3}{10}$ d'ampère et $r = 100$ ohms,

$$i = 10 \frac{5 \times 10^7}{10^{11}} 10^{-2}.3 = 1,5.10^{-4}.$$

Avec un galvanomètre qui accuserait le 10^{-9} d'ampère par un déplacement de 1^{mm} (on en construit qui sont 400 fois plus sensibles), le spot se déplacerait donc de 30^{cm} pour un déplacement de 1^{μ} de la bobine C.

C'est en étudiant la méthode imaginée par M. G. Lippmann, pour la détermination expérimentale de la constante d'un électrodynamomètre

absolu (¹), que j'ai été conduit à disposer l'appareil de façon à le faire servir à la mesure des petites déformations. Et, si petites qu'elles soient, ces déformations peuvent toujours être électriquement manifestées en raison des facteurs nombreux et concourants dont on dispose : grande sensibilité des galvanomètres, nombre de spires des bobines, écartement des bobines, fréquence de l'interrupteur, etc.

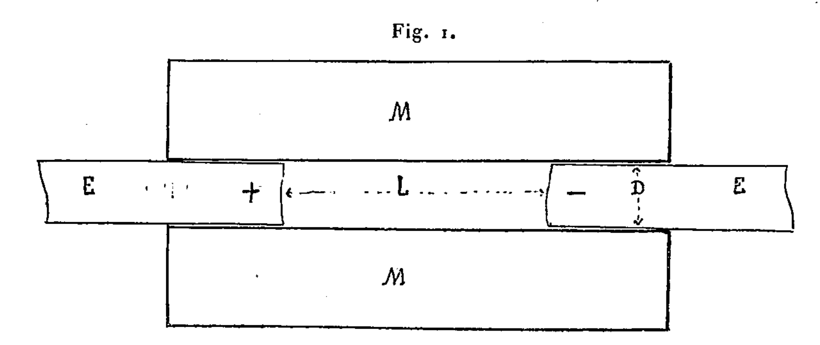
ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse.* Note de M. **Adolphe Minet**, présentée par M. Lippmann.

L'étude de l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse comporte l'examen d'un grand nombre de facteurs :

1° Forme et dimensions de l'enceinte; 2° nature et épaisseur de la paroi; 3° nature, position et dimensions des électrodes; 4° section et longueur de l'arc; 5° sa température; 6° pression à laquelle est soumise la gaine gazeuse qui le constitue; 7° différence de potentiel aux électrodes; 8° force contre-électromotrice et réactions physiques, chimiques ou physico-chimiques qui la provoquent; 9° intensité et densité du courant (intensité par centimètre carré); 10° résistance spécifique des vapeurs formant l'arc, etc.

Dans une première série d'expériences, nous avons considéré le cas simple

Fig. 1.



d'un arc jaillissant dans une cavité de forme cylindrique, creusée au centre d'un bloc de magnésie, MM, de forme parallélépipédique et de 5^{cm} d'épaisseur (*fig.* 1).

(¹) G. Lippmann, *Détermination expérimentale de la constante d'un électrodynamomètre absolu* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906).

Voici quelles ont été nos observations pour différents diamètres et longueurs d'arc, le courant employé étant du mode continu :

1° Pour une intensité et un diamètre donnés et des longueurs L variables, les forces électromotrices sont reliées par l'expression

$$E = e + \varepsilon L,$$

où :

E est la différence de potentiel aux électrodes;
e la force contre-électromotrice, dont la valeur oscille suivant certaines conditions entre 14 et 18 volts, et dont le siège se trouve à l'électrode positive;
ε la différence de potentiel prise sur une longueur d'arc de 1^{cm}, trouvée sensiblement constante sur toute la longueur de l'arc (Tableau I).

Tableau I. — *Formule de régime de l'arc.*

$$E = e + \varepsilon L.$$

d en centim.	$d = 1^{cm},1$, $I = 13^{amp}$. E en volts.	ε en volts.	$d = 1,5$, $I = 20,5$. E en volts.	ε en volts.	$d = 2,1$, $I = 34$. E en volts.	ε en volts.	$d = 3,1$, $I = 61$. E en volts.	ε en volts.	$d = 4,1$, $I = 93$. E en volts.	ε en volts.
Près de 0.	$e = 14$		$e = 14$		$e = 16$		$e = 18$		$e = 18$	
1.	24	10	21	7	22	6	24	6	22	4
2.	36	12	31	10	27	5	29	5	27	5
3.	48	12	37	6	33	6	34	5	30	3
4.	58	10	43	6	39	6	39	5	33	3
5.	69	11	50	7	46	7	43	4	38	5
6.	80	11	56	6	52	6	47	4	42	4
	$E = 14 + 11L$		$E = 14 + 7L$		$E = 16 + 6L$		$E = 18 + 4,83L$		$E = 18 + 4L$	

2° Soient la chaleur totale et les chaleurs partielles engendrées par le courant dans l'arc par seconde :

$$EI = eI + \varepsilon IL;$$

nous avons admis que, étant donnée la constance de ε sur toute la longueur de l'arc, la chaleur eI se dissipe complètement dans l'électrode positive et la paroi en contact directe avec cette électrode, et que la chaleur εIL se perd dans les parois en contact avec la gaine gazeuse constituant l'arc.

Pour vérifier ces hypothèses, nous avons cherché si, en prenant des intensités I en fonction du diamètre

$$(1) \qquad I = K_1 d^{\frac{3}{2}},$$

où $K_1 = 11,17$, d'après $I = 34^{amp}$ et $d = 2^{cm},1$, comme dans le cas d'un conducteur

solide sous enveloppe, et maintenu à une température constante, la température et par suite la résistance spécifique de l'arc étaient aussi constantes, et si l'on pouvait déterminer *a priori* les autres grandeurs en fonction du diamètre, suivant :

(2) *Densité du courant;* par définition $d = \frac{4I}{\pi d^2}$; on a donc $\delta = \frac{4}{\pi} \frac{K_1}{d^{\frac{1}{2}}} = \frac{K_2}{d^{\frac{1}{2}}}$, où $K_2 = 14,22$, d'après $K_1 = 11,17$.

(3) *Différence de potentiel,* $\varepsilon = rI$, r étant la résistance d'une section d'arc de longueur $L = 1^{cm}$; en exprimant r en fonction de la résistance spécifique ρ et I en fonction de la densité δ, il vient $\varepsilon = \rho\delta$, d'où $\varepsilon = \frac{\rho K_2}{d^{\frac{1}{2}}} = \frac{K_3}{d^{\frac{1}{2}}}$; K_3, fourni par la mesure directe, a été trouvé égal à $K_3 = 8,7$ (toujours pour un diamètre moyen $d = 2,1$), d'où pour la *résistance spécifique* $\rho = \frac{K_3}{K_2} = 0,61$ ohm.

(4) *Longueur d'arc* pour une différence de potentiel constante et égale à 64 volts; en admettant $e = 14$ volts, $\varepsilon L = 64 - 14 = 50$ volts, $L = \frac{50}{K_3} d^{\frac{1}{2}} = 5,75\, d^{\frac{1}{2}}$.

(5) *Perte de chaleur exprimée en watts,* par unité de surface de la paroi, et par sec. :

$$p = \frac{\varepsilon I}{\pi d} = \frac{K_1 K_3}{\pi} = 31 \text{ watts}.$$

Le Tableau II donne les valeurs des diverses grandeurs mesurées directement ou calculées suivant les expressions (1), (2), ...

TABLEAU II. — *Constantes électriques.*

Grandeurs données.			Grandeurs trouvées et calculées.					
		$\delta = \frac{14,22}{d^{\frac{1}{2}}}$	$\varepsilon = \frac{8,7}{d^{\frac{1}{2}}}$ volts			L pour E = 64 volts $L = 5,75\, d^{\frac{1}{2}\text{cm}}$		
d^{cm}	$I = 11,17\, d^{\frac{3}{2}}$ ampères.	ampères par cm^2	trouvées.	calculées.	$\rho = 0,61$ ohm, trouvées.	trouvées.	calculées.	$p = 31$ watts, trouvées.
1,1	13	13,6	11	8,3	0,81	4,5	6,04	41,3
1,5	20,5	11,3	7	7	0,61	7,04	7,04	31
2,1	34	9,8	6	6	0,61	8,33	8,33	31
3,1	61	8,1	4,83	4,94	0,60	10,30	10,10	30,4
4,1	93	7,03	4	4,30	0,57	12,50	11,60	29

Les chiffres que donne la mesure directe s'écartent peu de ceux fournis par le calcul, sauf pour ce qui concerne le $d = 1^{cm},1$, pour lequel la différence en plus ou en moins suivant la grandeur considérée est assez importante. Il est à prévoir qu'au fur et à mesure que le diamètre augmentera les valeurs trouvées s'écarteront de celles calculées avec des différences de sens inverse de celles correspondant au diamètre le plus faible.

C'est aussi le cas des conducteurs cylindriques solides sous enveloppe qui présentent des variations analogues. Cela tient sans doute à ce qu'on ne tient pas compte dans la formule qui détermine I en fonction de d de la vitesse de propagation de la chaleur à travers la masse du conducteur; cette vitesse n'étant pas infinie, il est certain qu'au fur et à mesure que le diamètre augmentera, l'intensité de circulation capable de maintenir constante la température des conducteurs sera de plus en plus inférieure à celle calculée; autrement dit, l'exposant de d dans la formule (1) n'est pas constant; il est aussi fonction du diamètre et ira en diminuant.

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur de vaporisation de l'acide propionique.* Note de M. **A. Faucon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Ayant eu besoin, pour des recherches en cours, de la chaleur de vaporisation de l'acide propionique, nous nous sommes aperçu qu'aucun auteur, à notre connaissance, n'avait déterminé cette donnée thermique. Nous avons donc déterminé la chaleur de vaporisation de cet acide.

Le produit dont nous nous sommes servi a été purifié avec le plus grand soin, par distillation fractionnée; nous avons recueilli ce qui passait entre 139°,5 et 140°, la pression étant de $761^{mm},8$ après réduction faite à 0°.

L'acide obtenu à la dixième distillation bouillait à 139°,8, la pression corrigée étant $761^{mm},2$; il se congelait à —23°,2; par cristallisation répétée le point de solidification s'est élevé à — 19°,3.

Il est à remarquer que, abandonné sous une cloche lutée, en présence d'anhydride phosphorique, l'acide propionique ne perd pas complètement les dernières traces d'eau retenues malgré les nombreuses distillations fractionnées; les cristallisations successives sont de beaucoup préférables pour isoler un corps pur.

La méthode dont nous nous sommes servi est celle de Berthelot [1]; nous avons fait l'étude au préalable de l'appareil employé et déterminé les divers coefficients de correction dus au réchauffement pendant les différentes phases de nos expériences.

Afin d'éprouver notre méthode, nous avons d'abord déterminé la chaleur de vapo-

---

(1) Berthelot, *Méc. chimique*, t. I, p. 292.

risation de corps déjà étudiés par des auteurs connus. C'est ainsi que nous avons trouvé pour la benzine pure L = 93^Cal,62.

R. Schiff (1) avait trouvé	93^Cal,40
Louguinine (2) donne	92,97
M^lle Marshall (3)	94,4

Nous avons essayé également la méthode dans le cas des deux premiers acides gras normaux qui diffèrent de la benzine, au point de vue de la vaporisation, en ce que leur densité de vapeur est anormale aux environs de la température d'ébullition. Dans le cas de l'acide formique, nous avons trouvé :

1°	121^Cal,09	Moyenne : 121^Cal,03;
2°	120,80	
3°	121,20	

Favre et Silbermann (4) donnent	120^Cal,7
M^lle Marshall (5)	120,36
Raoult (6)	120,9

Dans le cas de l'acide acétique nous avons trouvé :

1°	97^Cal,22	Moyenne : 97^Cal,37.
2°	97,77	
3°	97,20	

Les différents auteurs sont beaucoup moins d'accord pour la chaleur de vaporisation de l'acide acétique. Parmi eux

M^lle Marshall (7) donne	97^Cal
Raoult (6)	97^Cal,4

tandis que

Favre et Silbermann (4) ont trouvé	101^Cal,9
Berthelot (8) a obtenu	120^Cal,8

(1) R. Schiff, *Ann. der Chem.*, t. CCXXXIV, 1886, p. 344.
(2) Louguinine, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIII, 1898, p. 364.
(3) M^lle Marshall, *Comptes rendus*, t. CXXII, juin 1886.
(4) Favre et Silbermann, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LXIV.
(5) M^lle Marshall, *loc. cit.*
(6) Raoult, *Tonométrie*, p. 60.
(7) M^lle Marshall, *Phil. Mag.*, 1895.
(8) Berthelot, *loc. cit.*, p. 418.

Les résultats qui précèdent nous ont donné toute confiance dans la méthode employée.

Pour appliquer la formule calorimétrique dans le cas des chaleurs de vaporisation il est nécessaire de connaître la chaleur spécifique de l'acide propionique entre son point d'ébullition et la température finale obtenue dans le calorimètre; de même on doit connaître la température d'ébullition de l'acide sous la pression du moment, ce qui entraîne la connaissance du quotient différentiel $\frac{df}{dt}$.

Nous nous sommes servi de la chaleur spécifique 0,536 déterminée par R. Schiff [1] entre 111°,1 et 16°,75.

Nous avons déterminé la valeur de $\frac{df}{dt}$.

Pour cela nous avons pris, à l'aide d'un thermomètre au $\frac{1}{20}$ vérifié, la température d'ébullition de l'acide pur sous différentes pressions barométriques. La valeur moyenne de plusieurs opérations portant sur deux échantillons différents est $23^{mm},61$.

Il est à remarquer que nos opérations ont eu lieu sous une pression peu différente de la pression normale et que la correction due au changement de la température d'ébullition pouvait, à la rigueur, être négligée, nous en avons néanmoins tenu compte dans toutes nos déterminations.

Nous avons obtenu, dans ces conditions, les résultats suivants :

Première série d'expériences :

$$1^\circ \quad L = 90^{Cal},00,$$
$$2^\circ \quad L = 90^{Cal},64.$$

Deuxième série d'expériences :

$$\left.\begin{array}{ll} 1^\circ & L = 90^{Cal},53 \\ 2^\circ & L = 90^{Cal},12 \end{array}\right\} \text{Moyenne : } 90^{Cal},43,$$

nombre qui diffère du chiffre extrême de 0,5 pour 100 environ.

Si l'on introduit la valeur trouvée dans la relation de Trouton qui unit la chaleur moléculaire de vaporisation à la température absolue d'ébullition, on a

$$\frac{90^{Cal},43 \times 74}{273 + 140} = \frac{6691,82}{413} = 16,20.$$

(1) Schiff, *loc. cit.*, p. 323.

Le chiffre trouvé 16,20 est notablement inférieur à la constante de Trouton : 20 à 21.

Les acides formique et acétique offrent la même particularité, et l'acide propionique doit avoir sa molécule polymérisée à l'état gazeux aux environs de la température d'ébullition, vers 140°, tout comme les deux premiers termes des acides gras.

Cette étude fait l'objet de notre travail actuel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Determination du poids atomique de l'europium.* Note de M. G. **Jantsch**, présentée par M. Haller.

Trois publications renferment des mesures du poids atomique de l'europium : E. Demarçay (*Comptes rendus,* t. CXXX, 1900, p. 1469) a donné la valeur Eu = 151 ; cette valeur est certainement trop basse. Il est probable, ou bien que sa terre contenait du samarium, ou bien que ses mesures étaient incorrectes. MM. G. Urbain et H. Lacombe (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, p. 627) ont publié une série de mesures des termes successifs d'un fractionnement qui leur a permis d'obtenir l'europium spectroscopiquement pur. Les déterminations de ces auteurs ont été faites principalement dans le but de s'assurer de la constance du poids atomique et de l'homogénéité de l'europium. Leur méthode consistait à transformer le sulfate octohydraté en sulfate anhydre; ils vérifiaient ensuite les nombres obtenus en transformant le sulfate anhydre en oxyde. La moyenne de ces mesures est, en adoptant les poids atomiques internationaux (O = 16) : Eu = 151,99. Ultérieurement, MM. W. Feit et Przibylla (*Z. anorg. Chem.*, t. L, 1906, p. 248), avec un europium préparé par M. Urbain, ont fait de nouvelles mesures. Leur méthode consiste à dissoudre l'oxyde calciné dans un volume connu d'acide sulfurique titré et à déterminer volumétriquement l'excès d'acide. Ils ont trouvé ainsi : Eu = 152,57.

Étant donnée la divergence de ces résultats, il était nécessaire de reprendre cette détermination. M. Urbain a eu l'obligeance de me confier à cet effet de l'europium; je suis heureux de lui exprimer ici mes remercîments.

Pour m'assurer de la pureté de cette terre, j'ai photographié, les uns au-dessous des autres, sur la même plaque, les spectres du gadolinium, de l'europium, du samarium dans l'ordre qui vient d'être indiqué. Le spectre du fer servait de spectre de référence. Ces spectres ont été obtenus par l'arc électrique en suivant les indications récemment publiées par MM. Griner et

Urbain (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, 1907, p. 1158). Il fut aisé de se rendre compte de cette manière, qu'aucune des raies du gadolinium ou du samarium ne se prolongeait dans le spectre de l'europium. Les seules raies communes à ces trois spectres étaient les raies parasites de l'arc, provenant de la présence d'une petite quantité de fer, de silicium et de magnésium dans les électrodes de charbon.

La pureté de la matière première n'étant pas douteuse, mes efforts se sont principalement portés sur la partie expérimentale des déterminations. J'ai étudié, à cet effet, spécialement la méthode qui avait été préconisée par Urbain et Lacombe.

J'ai opéré de la façon suivante :

L'oxyde, environ 1g, 2, était transformé en nitrate neutre. La solution de ce nitrate amenée à environ 10cm³ était additionnée d'un léger excès d'acide sulfurique pur et versée ensuite dans une grande quantité (environ 1l) d'alcool à 95°. Dans ces conditions, la transformation du nitrate d'europium en sulfate octohydraté est complète, ainsi que je m'en suis assuré. Le sulfate se présente sous la forme d'un précipité constitué par de fines aiguilles cristallines blanc d'argent. Ce précipité était ensuite lavé à l'alcool jusqu'à élimination totale des acides sulfurique et nitrique, puis séché au bain d'air à 300° pour le transformer en sulfate anhydre. Ce sulfate était dissous dans la plus petite quantité d'eau possible et la dissolution parfaitement neutre était évaporée très lentement dans un bain d'air presque clos et maintenu à la température constante de 105°. Les cristaux se déposaient sur les parois du cristallisoir. On laissait de côté les cristaux qui s'étaient déposés contre les parois latérales et qui n'avaient pas été constamment baignés par l'eau mère. Seuls, les cristaux qui s'étaient déposés au fond du vase ont été employés pour effectuer les déterminations. Ces cristaux étaient pulvérisés et séchés sur l'acide sulfurique. Cette dessiccation exigeait 2 à 3 jours.

Dans ces conditions, le sulfate octohydraté perd totalement l'eau d'interposition, mais aucunement l'eau de cristallisation. Le sel était pesé dans un petit creuset de platine taré. Je me suis assuré qu'en calcinant ce creuset vers 1600° il ne perdait rigoureusement rien de son poids. Le sulfate pesé était d'abord desséché dans un bain d'air en double creuset de platine. La température était lentement élevée jusqu'à 325°. La dessiccation était achevée à cette température maintenue constante pendant 1 heure. Puis, on introduisait le creuset encore chaud dans un petit four à gaz à l'intérieur d'un autre creuset de platine. On élevait la température du four jusqu'à la chaleur blanche qui était maintenue pendant 1 heure. On laissait ensuite le creuset se refroidir dans un exsiccateur à anhydride phosphorique pendant 10 minutes seulement pour éviter l'absorption des gaz secs par un abandon trop prolongé. Cette absorption est très légère, mais elle rend cependant illusoire toute correction de pesée relative à la poussée de l'air.

Le creuset était alors pesé, puis calciné une deuxième fois. Dans cette deuxième calcination l'oxyde ne changeait généralement pas de poids.

Pour s'assurer que l'oxyde ne retenait aucune trace de soufre, une partie des oxydes

était traitée par un mélange de carbonate de soude et de nitrate de soude purs, par fusion. Après reprise par l'eau de la masse fondue, on n'a observé dans aucun cas, dans la liqueur filtrée, la présence de l'acide sulfurique.

Les pesées ont été faites avec une balance apériodique de Curie, sensible au $\frac{1}{10}$ de milligramme.

L'état initial et l'état final de la transformation étant parfaitement bien définis, et la méthode ne comportant pas de causes de pertes, les déterminations ne paraissent comporter que des erreurs accidentelles.

On pourra se rendre compte par les nombres suivants des faibles valeurs de celles-ci :

$$O = 16, \quad H = 1,008, \quad S = 32,06.$$

Poids de sulfate $Eu^2(SO^4).8H^2O$.	Poids d'oxyde Eu^2O^3.	Poids atomique.
1,3501	0,6455	152,032
1,5054	0,7197	152,009
1,5213	0,7274	152,054
1,2881	0,6159	152,056

La valeur moyenne est 152,03, avec une erreur apparente ± 0,02.

Ces nombres concordent avec ceux que MM. Urbain et Lacombe ont obtenus.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydabilite du platine.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. A. Haller.

J'ai indiqué, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 117) sur l'oxydabilité du platine par électrolyse, que ce métal paraissait oxydable même par le simple contact de réactifs oxydants. De nombreuses expériences me permettent aujourd'hui de confirmer cette opinion.

Méthode expérimentale — *a.* 5 lames de platine pur ou iridié, ayant mêmes dimensions ($5^{cm} \times 2^{cm},5$), étaient divisées en deux groupes, dont l'un comprenait une lame de platine pur et deux lames de platine iridié à 20 et 1 pour 100, et l'autre une lame de platine pur et une lame de platine ordinaire du commerce.

b. Ces deux groupes de lames étaient placés dans des solutions qui ne différaient pour le deuxième groupe (témoin) que par l'absence de réactif oxydant; l'expérience durait le même temps, à la même température, et le traitement ultérieur était identiquement le même.

c. EXEMPLE : *Action du permanganate en solution alcaline.* — Le premier groupe de lames était plongé dans une solution contenant : MnO^4K 10g, NaOH pure (lessive) 10^{cm^3}, eau 200 et le groupe témoin dans la même solution alcaline sans permanganate. Après vingt-quatre heures de contact à la température ordinaire, les lames étaient lavées abondamment à l'eau distillée, placées dans cinq vases identiques et recouvertes d'une solution chaude contenant pour 300^{cm^3} d'eau, $0^g,5$ KI et 5^{cm^3} d'HCl pur.

Quelques minutes suffisent pour que les liquides correspondant aux lames oxydées prennent la teinte rose caractéristique des solutions de platine extrêmement étendues additionnées d'iodure ; les solutions témoins demeurent incolores ([1]).

d. Dans les solutions obtenues avec les lames oxydées et réunies pour l'essai, on constate facilement par l'H^2S après un traitement convenable l'existence d'une faible quantité de platine qu'on peut apprécier par comparaison avec des précipités types fournis par des solutions contenant de $0^g,0001$ à $0^g,00001$ de métal. Dans l'expérience précédente on constate ainsi que le précipité obtenu représente $0^g,00004$ de platine environ.

En appliquant cette même méthode aux divers oxydants usuels, j'ai pu constater l'oxydation des lames par le persulfate, le bichromate, le chlorate et le permanganate de potassium en solution sulfurique et par le ferricyanure et le permanganate en solution alcaline (NaOH). Avec le permanganate acide, l'oxydation est masquée en apparence par la formation sur la lame d'un dépôt d'oxyde de manganèse ; celui-ci se dissout facilement par l'acide oxalique en solution sulfurique étendue et la lame donne ensuite la réaction ordinaire avec KI + HCl.

Le chlorure ferrique en solution acide, l'eau oxygénée en solution acide ou alcaline paraissent être sans action. L'acide azotique concentré (non fumant) possède surtout à chaud une action oxydante particulièrement nette ; après quelques heures de contact, dans une expérience faite au moyen d'une capsule de platine ($D = 10^{cm}$), le mélange KI + HCl enlève ainsi $0^g,00006$ de métal.

On conçoit qu'il est impossible de déterminer avec certitude par pesée les pertes subies par les lames après une seule expérience ; mais en les employant un certain nombre de fois on arrive à des pertes appréciables ; après quelques oxydations par les réactifs indiqués plus haut, j'ai pu ainsi constater une perte globale de $0^g,0003$; les témoins n'avaient, bien entendu, pas varié.

Propriétés de l'oxyde. — Cet oxyde ainsi obtenu (PtO^2 ?) est dissocié par

---

([1]) On peut donner à la réaction une autre forme en opérant à froid en présence d'empois d'amidon ; on obtient alors une teinte bleue plus ou moins foncée. Les électrodes oxydées par le courant donnent la même réaction avec plus d'intensité encore et longtemps avant que l'oxydation se manifeste même par la plus faible teinte brune.

la chaleur dès le rouge sombre comme l'oxyde électrolytique; il est comme lui soluble dans l'acide chlorhydrique concentré. L'acide sulfurique étendu de le dissout pas sensiblement, mais, en présence de réducteurs (SO^2, alcool), on constate une dissolution plus ou moins lente. Il convient d'ailleurs de remarquer que, comme pour l'oxyde électrolytique, l'état antérieur de la surface oxydée, la nature de l'oxydant, les conditions expérimentales en général paraissent modifier les propriétés de solubilité de la couche oxydée produite. Il semble qu'on soit en présence de phénomènes de même nature que ceux observés avec les oxydes préparés par voie chimique dont la solubilité peut s'annuler même dans les acides concentrés quand ils ont été déshydratés suffisamment.

Influence de la teneur en iridium. — Autant qu'on en peut juger pour des quantités aussi faibles il semble que l'oxydabilité soit plus grande pour le platine pur ou contenant 20 pour 100 d'iridium; les pertes de poids individuelles des lames sont d'accord à ce point de vue avec les colorations fournies par KI + HCl.

Conclusions. — On voit par ces expériences et celles rappelées plus haut (*loc. cit.*) que le platine est en fait et dès la température ordinaire beaucoup plus oxydable qu'on ne l'admettait jusqu'ici. Au point de vue chimique les propriétés de solubilité de l'oxyde obtenu montrent combien l'introduction de traces de platine est chose facile; on doit donc ne pas l'oublier dans les recherches de précision. Au point de vue physico-chimique et particulièrement électrochimique (pile à gaz, oxydation électrolytique, etc.) il convient également de tenir compte de cette oxydabilité [1].

CHIMIE. — *Sur un nouveau type de combinaison du soufre avec certains iodures.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. H. Le Chatelier.

En dehors des affinités chimiques puissantes, susceptibles de fournir par l'union des éléments des composés dans lesquels les atomes sont unis entre eux directement, il existe entre les molécules des corps des affinités plus faibles que les premières, donnant naissance à des complexes dits *composés d'addition* et dont la formation dépend à un haut degré de conditions physiques favorables. Sans parler des produits renfermant de l'eau, de l'alcool, du benzène, etc., dits *de cristallisation,* nous connaissons beaucoup

(1) Le détail des expériences et la bibliographie seront donnés dans un autre Recueil.

d'autres composés *moléculaires* de types très variés; parmi ceux-ci je citerai les periodures, dans lesquels une molécule complexe est unie avec la molécule d'iode I^2.

Nous présentons ici, pour prendre date, les premiers résultats de l'étude d'un type tout nouveau de ces composés d'addition et dans lequel une molécule d'un iodure est unie à un certain nombre de molécules de soufre S^8.

Les produits obtenus jusqu'ici correspondent à l'union d'une molécule de soufre pour chaque atome d'iode de l'iodure — $RI^n.nS^8$, mais il se pourrait que la suite ne confirmât pas ces premiers résultats pour tous les cas, car le nombre des produits analysés jusqu'ici est infime vis-à-vis de ceux qui devront être étudiés pour formuler des conclusions présentant un certain caractère de généralité.

On a opéré jusqu'ici avec des solutions des composants dans le sulfure de carbone, qui a l'avantage d'être un excellent solvant à la fois du soufre et des iodures employés.

Iodures organiques. — Iodoforme, soufre $HCI^3.3S^8$. — Les composants sont dissous à chaud dans la plus faible quantité possible de sulfure de carbone; il est préférable d'employer un léger excès de soufre. Par refroidissement de la solution, on obtient de magnifiques prismes jaune pâle, pouvant atteindre plus de 1^{dm} de longueur, fusibles à 93°, stables à l'air, mais se colorant en rouge à la lumière. L'analyse a fourni : I, 32,25 pour 100; S, 66,20 pour 100. Calculé pour $CHI^3.24S$: I, 32,81 pour 100; S, 65,88 pour 100.

Tétraiodo-éthylène, soufre $CI^2:CI^2.4S^8$. — On opère comme précédemment, mais en mettant de préférence un excès de l'iodure. La cristallisation obtenue est formée d'un mélange d'aiguilles de tétraiodo-éthylène et de grandes tables jaunes du composé d'addition qu'on sépare mécaniquement des aiguilles. Les résultats analytiques ont indiqué que, lorsque l'iodure n'est pas en excès, on obtient des cristaux qui renferment facilement un excès de soufre. Il se pourrait qu'ils fussent isomorphes avec lui; l'étude cristallographique et l'analyse des cristaux renfermant un excès de soufre permettront de résoudre cette question. Les cristaux formés dans un milieu saturé d'iodure organique sont fusibles à 97°-103°; ils ont donné à l'analyse : I, 32,75 pour 100; S, 1° 65,08; 2° 65,37 pour 100. Calculé pour $C^2I^4.32S$: I, 32,64; S, 65,81. Lorsque le soufre est introduit dans la liqueur en proportion supérieure à la quantité calculée, les cristaux formés en renferment toujours un excès, sans changer d'aspect extérieur. De beaux échantillons ont fourni à l'analyse : S, pour 100 : 1° 66,7; 2° 67,2; 3° 66,9. Quant aux aiguilles qui se séparent de la solution contenant de l'iodure en excès, ils sont toujours formés de tétraiodo-éthylène pur.

Iodures minéraux. — Nous n'avons encore préparé que les composés formés avec les triiodures des métalloïdes de la famille de l'azote; un d'entre eux ne s'est pas uni au soufre : c'est l'iodure de bismuth.

Iodure d'arsenic, soufre $AsI^3.3S^8$. — Les cristaux obtenus en opérant avec une

solution sulfocarbonique des composants, contenant environ 5 pour 100 de soufre en excès, sont tantôt de longs prismes, tantôt des tablettes de couleur orangée. Ils sont fusibles à 105°. Si l'iodure est en léger excès dans la liqueur, il cristallise en même temps que le composé sulfuré, mais on peut l'en séparer mécaniquement. A l'analyse, on a trouvé : As pour 100, 6,10; S pour 100, 62,92; calculé pour $AsI^3.24S$: As, 6,12; S, 62,74.

Iodure d'antimoine, soufre $SbI^3.3S^8$. — Les conditions de formation de ce composé diffèrent un peu des précédentes; il est nécessaire d'opérer avec un énorme excès de soufre, au moins quatre fois la quantité théorique; sinon le produit est formé d'un mélange d'iodure d'antimoine et du composé d'addition. Celui-ci est formé de longs prismes très fins, d'un jaune vif, fusibles à 117°. Il est immédiatement dissocié, lorsqu'on le met en contact avec du sulfure de carbone, et laisse déposer la majeure partie de l'iodure. L'analyse a fourni : Sb pour 100, 9,80; S pour 100, 60,80; calculé pour $SbI^3.24S$: Sb, 9,78; S, 60,56.

Iodure de phosphore et soufre. — Bien que l'union des composants s'effectue très facilement, nous n'avons pas encore obtenu ce produit dans un état suffisant de pureté pour en présenter l'analyse. Il cristallise en prismes brun rouge très altérables à l'air.

Il semble bien que des iodures appartenant à d'autres familles sont susceptibles de s'unir au soufre, car l'iodure stannique nous a fourni un produit cristallisé, fusible à 100°, dont nous poursuivons l'étude. D'autre part, il sera utile de voir si les iodochlorures, -bromures, -fluorures, -sulfures pourront fournir des produits analogues.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organo-métalliques mixtes du zinc. Cétones-alcools.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **I. Herman**, présentée par M. A. Haller.

Des Notes précédentes qui ont été publiées sur ce sujet il résulte que l'action des chlorures des acides β-acétoxylés sur les dérivés organo-métalliques mixtes du zinc conduit, avec un excellent rendement, aux cétones acétoxylées correspondantes. Parmi celles-ci, les cétones β-acétoxylées dont l'atome de carbone α possède encore 1^{at} d'hydrogène sont transformées directement, par action des alcalis, en les cétones non saturées αβ correspondantes, sans production de cétones-alcools. Il était intéressant de rechercher si les cétones-alcools seraient, au contraire, isolables dans le cas où le carbone α est disubstitué et, particulièrement, si ces cétones ne seraient pas susceptibles de transpositions moléculaires plus ou moins analogues à celles qui ont été étudiées déjà par l'un de nous, en collaboration avec M. Courtot.

L'expérience montre que les cétones-alcools β-αα disubstituées peuvent être préparées très facilement, en se plaçant dans des conditions détermi-

nées, mais que ces cétones sont très instables vis-à-vis des alcalis étendus, à chaud.

La matière première que nous avons employée est l'acide oxypivalique. Cet acide a été transformé, d'abord, en éther acétique, puis celui-ci, en chlorure d'acide, au moyen du chlorure de thionyle. Le chlorure acétoxylé bout sans aucune décomposition, dans le vide, et, condensé avec l'iodure de zinc éthyle, il fournit l'acétoxypseudobutyléthylcétone, avec un rendement de 80 pour 100 :

$$CH^3-CO-O-C(CH^3)^2-COCl+Zn\begin{cases}I\\C^2H^5\end{cases}$$
$$=CH^3-CO-O-C(CH^3)^2-CO-C^2H^5+ZnICl.$$

La cétone acétoxylée est solide, fond à 27° et bout à 98°-99° sous 14^{mm}.

Si l'on saponifie la cétone acétoxylée à chaud, dans les conditions ordinaires, on obtient un mélange complexe de produits, ce qui met en évidence la sensibilité de la cétone-alcool d'abord formée à l'action des alcalis. Si, au contraire, on effectue la saponification par la soude, en solution aqueuse et à froid, il ne se produit aucune réaction secondaire, et l'on obtient la cétone-alcool avec un rendement sensiblement théorique. L'oxypseudobutyléthylcétone est liquide et bout sans aucune altération à 88° sous 8^{mm}. Cette cétone donne tous les dérivés caractéristiques des fonctions qu'elle renferme : éther acétique, phényluréthane, oxime, semicarbazone et *p*-nitrophénylhydrazone.

La saponification à chaud de la cétone acétoxylée nous ayant montré qu'il se produit, dans ces conditions, une réaction complexe, nous avons été conduits à examiner, tout d'abord, l'action des alcalis sur la cétone-alcool. L'action de la potasse aqueuse, à 10 pour 100 et à la température d'ébullition, donne de l'acide formique, de l'aldéhyde formique et des produits liquides qu'un fractionnement préliminaire sépare en deux portions, la première bouillant de 115° à 130°, à la pression atmosphérique, et la seconde passant de 63° à 130°, sous 9^{mm}. Il reste une très petite quantité d'un résidu cristallin dont la nature n'a pu être déterminée, faute d'en avoir une quantité notable.

La fraction 115°-130° est constituée par un mélange de deux cétones, mélange très difficilement séparable. La séparation exige neuf séries de fractionnements à la pression atmosphérique, suivies de trois séries de fractionnements sous 60^{mm}. On obtient ainsi deux fractions dont la première bout à 113°-115°, à la pression atmosphérique, et la seconde, à 55°-56° sous 60^{mm}. La première est constituée par de l'éthylisopropylcétone et a été identifiée par transformation en semicarbazone et *p*-nitrophénylhydrazone. La seconde est formée d'une cétone non saturée, à odeur forte, camphrée et légèrement piquante, fixant immédiatement l'acide bromhydrique à froid, avec formation

d'une cétone saturée bromée, bouillant à 65° sous 9^{mm}. L'analyse de cette cétone et celles de sa semicarbazone, de sa *p*-nitrophénylhydrazone et du produit de fixation bromhydrique qui lui correspond montrent qu'elle renferme 7^{at} de carbone, c'est-à-dire autant d'atomes de carbone que la cétone-alcool génératrice.

La fraction 63°-130° a été de même soumise à des fractionnements répétés. Elle fournit une petite quantité d'un corps bouillant à 63° sous 9^{mm}, sur lequel nous reviendrons dans la suite, puis une fraction assez abondante, formée de cétone primitive non transformée et, enfin, un corps bouillant à 101°-103° sous 9^{mm}. Ce dernier n'est autre qu'un polymère de la cétone non saturée; il se forme toujours par distillation de cette cétone à la pression ordinaire et sa production contribue à rendre le fractionnement encore plus pénible.

Étant donnés ces résultats expérimentaux, il reste à interpréter la réaction. Tout d'abord, la formation d'aldéhyde formique et d'éthylisopropylcétone s'expliquent très aisément par un simple dédoublement dont on connaît déjà des exemples :

$$CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - C^2H^5 = CH^2O + (CH^3)^2CH - CO - C^2H^5.$$

Quant à l'acide formique, il résulte naturellement de l'action de l'alcali sur l'aldéhyde. Par contre, il est beaucoup moins aisé d'expliquer la formation d'une cétone non saturée en C^7. Étant donnée la constitution de la cétone-alcool primitive, on voit, en effet, qu'elle ne peut se transformer en cétone non saturée par simple déshydratation. Il doit donc se produire nécessairement, ou une transposition moléculaire, ou une réaction secondaire. D'autre part, dans la cétone non saturée, la double liaison doit être en $\alpha\beta$, par rapport à la fonction cétone, car l'oxydation permanganique donne un corps volatil jaune possédant tous les caractères d'une α-dicétone. En outre, si l'on examine le point d'ébullition de la cétone non saturée, on constate que ce point est le plus bas qui puisse exister pour une cétone en C^7; la chaîne doit donc être aussi ramifiée que possible. Ces indices nous font penser que la cétone non saturée doit posséder la constitution suivante :

$$(CH^3)^2C - CO - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH^2 \\ \diagdown CH^3\end{matrix},$$

constitution que nous cherchons actuellement à établir par synthèse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et caractères de la d-talite cristallisée.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **P. Bruneau**, présentée par M. L. Maquenne.

L'obtention à l'état cristallisé, défini, de tous les stéréo-isomères possibles de la mannite constituerait non seulement un matériel précieux pour étudier l'influence de la structure sur les propriétés physiques et chimiques, mais permettrait, en outre, d'aborder un certain nombre de problèmes très intéressants de Chimie biologique. C'est pourquoi nous avons entrepris la préparation de la *d*-talite cristallisée que nous allons décrire.

La *d*-talite a déjà été obtenue, en 1894, par E. Fischer, à l'état de sirop visqueux, en réduisant l'acide *d*-talonique préparé lui-même par isomérisation de l'acide *d*-galactonique (1). Nous avons suivi la même méthode fondamentale, mais en la modifiant dans quelques-uns de ses détails, de manière à augmenter les rendements. Grâce à ces modifications, nous avons atteint le but proposé. Au lieu d'un centième environ de sirop de talite, calculé à partir de l'acide galactonique, nous avons obtenu, par une seule série de transformations, près de 7,50 pour 100 de sucre pur, recristallisé.

Voici, à grands traits, notre manière d'opérer :

L'acide *d*-galactonique est partiellement isomérisé en acide *d*-talonique par un chauffage de 3 heures à $+130^{\circ}$, à l'autoclave, en solution au cinquième, après addition de son poids de pyridine. On transforme ensuite les sels de l'alcaloïde en sels de calcium et l'on concentre : le galactonate, très peu soluble, cristallise à l'exclusion du *d*-talonate. On dilue l'eau mère sirupeuse avec de l'eau, on précipite à l'ébullition avec l'acide oxalique, puis on filtre et l'on concentre. Le liquide est alors agité avec de l'éther, à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'il ne cède plus rien à ce dissolvant. On élimine ainsi tout l'acide oxyméthylpyromucique et d'autres impuretés. On évapore le liquide aqueux par distillation dans le vide, puis on chauffe le sirop au bain-marie bouillant durant 5 heures, pour transformer autant que possible l'acide en lactone. On obtient ainsi près de 40 pour 100 d'acide brut lactonisé et l'on évite les nombreuses opérations que nécessitaient antérieurement l'élimination de l'acide galactonique à l'état de sel de cadmium, puis la purification de l'acide talonique à l'aide du plomb et de la brucine.

Pour la réduction, le sirop lactonisé est dissous dans 3 à 4 fois son poids d'eau froide et traité, en se servant d'une agitation mécanique, par l'amalgame de sodium. On doit

(1) *Ber. d. chem. Ges.*, t. XXVII, 1894, p. 1524.

maintenir le mélange acide et à basse température (au-dessous de 0°) jusqu'à ce que la proportion de talose, évaluée avec le réactif cupro-potassique, cesse d'augmenter. Ce résultat arrive généralement lorsqu'on a employé 35 à 40 parties d'amalgame à 2,50 pour 100 pour une partie de sirop lactonisé. On continue la réduction en milieu neutre ou légèrement alcalin, à la température ordinaire, c'est-à-dire entre 10° et 20°, jusqu'à transformation presque complète du talose en talite. Celle-ci est alors extraite en passant par son acétal benzoïque (1).

Pour faire cristalliser le sucre, on fait bouillir le sirop retiré de l'acétal et bien desséché, avec 10 fois son poids d'alcool absolu. On laisse refroidir quelques heures et l'on décante le liquide parfaitement limpide dans un matras. Le sirop indissous est traité encore une fois de la même manière et les deux solutions alcooliques réunies sont abandonnées à elles-mêmes dans le matras bouché. Les cristaux apparaissent dès les premiers jours; ils sont rassemblés en sphères, de structure radiée facilement reconnaissable. Quand ils n'augmentent plus, on ajoute un peu d'éther à la liqueur surnageante et l'on attend encore quelques jours. Enfin on les purifie par une nouvelle cristallisation.

La *d*-talite pure se dépose de sa solution sursaturée dans l'alcool en croûtes compactes, nettement cristallines, formées par l'agglomération de prismes qui atteignent plusieurs millimètres de longueur. Elle est très soluble dans l'eau et doit être conservée dans l'air sec; sinon elle peut tomber en déliquescence. Sa saveur est nettement sucrée.

Chauffée au bloc Maquenne ou sur un bain de mercure, elle fond à la température de + 86°.

En solution aqueuse à 10 pour 100, elle a donné, à la température de + 18° et sous une épaisseur de 30^{cm}, une déviation de $+0°55'$, d'où $\alpha_D = +3°,05$.

Son analyse élémentaire a donné comme résultats :

	Trouvé.		Calculé pour $C^6H^{14}O^6$.
Carbone...........	39,35	39,40	39,56
Hydrogène.........	7,67	7,75	7,69

Elle a fourni comme combinaison la plus caractéristique un acétal tribenzoïque, déjà étudié par E. Fischer. Nous avons préparé et purifié cette combinaison comme celle de la sorbiérite (2).

A peine soluble dans l'alcool, même bouillant, ce qui permet de la séparer

(1) On opère exactement comme pour la *l*-idite (G. Bertrand et Lanzenberg, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, 1906, p. 1073). Dans ce Mémoire, p. 1075, deuxième ligne à partir du bas, *lire :* à la température de — 2°, *au lieu de* 20°.

(2) *Loc. cit.*

d'une petite quantité d'acétal dibenzoïque plus soluble formé en même temps, elle cristallise en fines aiguilles fondant au bloc Maquenne vers 206° et donnant à l'analyse les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^8O^6(CHC^6H^5)^3$.
Carbone	72,30	72,64
Hydrogène	5,87	5,83

L'éther acétique et d'autres combinaisons seront décrits ultérieurement.

La théorie prévoit, comme on sait, dix stéréoisomères dans la série des hexites. Au moment où E. Fischer a commencé ses belles recherches sur les sucres, on n'en connaissait que trois : la *d*-mannite, la *d*-sorbite et la dulcite, cette dernière inactive par nature. E. Fischer a pu reproduire ces substances artificiellement et obtenir, en outre, la *l*-mannite et la *l*-sorbite. Plus récemment, l'un de nous a fait connaître la sorbiérite ou *d*-idite naturelle (1), puis, en collaboration avec Lanzenberg, l'antipode optique de ce sucre (2). Il n'y avait donc plus à préparer, à l'état défini, que les deux talites, droite et gauche, et l'allodulcite.

Les résultats que nous venons de décrire comblent une partie d'autant plus notable de cette lacune qu'au point de vue des propriétés physiques et chimiques la connaissance de l'une des talites correspond à la connaissance de l'autre (3). La *l*-talite n'est donc plus à préparer que pour l'étude biologique et il ne reste de complètement inconnue que l'allodulcite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches physico-chimiques sur les savons considérés comme colloïdes.* Note de MM. **André Mayer**, **Georges Schaeffer** et **E.-F. Terroine**, présentée par M. Dastre.

L'étude des savons d'acides gras saturés, considérée à la lumière des recherches sur les colloïdes, présente un triple intérêt : d'abord on peut comprendre ainsi, comme l'a indiqué Krafft dans ses importantes recherches, beaucoup des propriétés physiques et chimiques des savons qui paraissent

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 802 et 983.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 291.

(3) En soumettant la dulcite à l'action successive des réactifs oxydants et réducteurs, E. Fischer a obtenu un sucre cristallisé, fusible à 66°-67°, qu'il considère provisoirement comme de la talite racémique (*Ber. d. chem. Ges.*, t. XXVII, 1894, p. 1526).

autrement des aberrations inexplicables. De plus, on possède en eux une même série de corps à poids moléculaire constamment croissant qui permet d'étudier le passage de l'état cristalloïde à l'état colloïdal; enfin ces corps présentent presque tous les exemples de structures ultramicroscopiques et permettent de rechercher les conditions de formation de ces structures.

I. Caractères colloïdaux dans la série des savons. — Si l'on recherche les caractères colloïdaux dans la série des savons sous différentes conditions de température, de concentration, de réaction du milieu ou dans les différents solvants, on constate que les acétate, propionate, butyrate, valérianate, même en solutions saturées à 18°C., ne diffusent pas la lumière, ne présentent pas de grains à l'ultramicroscope et traversent les membranes de collodion; le caproate de soude $\frac{N}{10}$ diffuse peu la lumière et présente des grains ultramicroscopiques; la solution normale présente de très nombreux grains; le caprylate $\frac{N}{10}$ est trouble, il présente des grains et des particules submicroscopiques miroitantes. Il en est de même du laurate, du palmitate et du stéarate en solutions saturées. Ces derniers corps s'hydrolysent totalement par dialyse prolongée. Pour un même savon, le caractère colloïdal est d'autant plus marqué qu'on passe de la solution alcaline à la solution neutre et de cette dernière à la solution acide.

Placés dans un champ électrique, tous les savons en solutions aqueuses sont négatifs. Même les termes inférieurs de la série donnent avec les sels des métaux lourds des combinaisons d'absorption et avec les colloïdes positifs organiques et inorganiques des complexes colloïdaux. Nous aurons à revenir sur leur formation et leur nature.

On peut s'expliquer l'apparition du caractère colloïdal dans la série des savons si l'on considère qu'ils sont hydrolysés en solutions aqueuses, qu'ils participent par là même des propriétés des acides gras, et que la série de ces acides présente toutes les formes possibles de liaison avec l'eau : à la température ordinaire, les termes inférieurs sont liquides, ils sont miscibles avec l'eau : leurs savons sont en solutions vraies. Les termes moyens sont liquides et incomplètement miscibles avec l'eau, ils donnent des solutions diphasiques et, moyennant certaines précautions, des troubles à gouttelettes négatives; la grandeur de ces gouttelettes augmente si l'on ajoute un acide. Si l'on ajoute une base ces gouttelettes diminuent sans jamais disparaître; puis on voit se former une suspension ultramicroscopique de savons. Les termes supérieurs sont solides, de moins en moins solubles, à granules ultramicroscopiques ou microscopiques; ils sont précipités par l'addition d'acide fort : par l'addition d'alcalis ils donnent des suspensions ultramicroscopiques; c'est là la formation des savons supérieurs.

II. Passage de l'état de solution a l'état de solution colloïdale. — Lorsqu'on déplace par un acide fort l'acide gras d'un savon on manifeste de plus en plus les propriétés de l'acide gras : les termes supérieurs passent de l'état de suspensions à l'état d'agglomérés, les termes moyens de l'état de solutions vraies à l'état de suspensions ultramicroscopiques et de précipités, les termes inférieurs ne présentent aucune modification apparente. Nous avons étudié les variations des constantes physiques (indice

de réfraction, pouvoir rotatoire, coefficient d'absorption, etc.) au cours de ces passages. Nous avons observé des variations importantes surtout pour la tension superficielle et la viscosité.

Tension superficielle. — On sait que, en solution aqueuse, les acides gras diminuent plus la tension superficielle que les savons. Pour les savons cette diminution est d'autant plus grande qu'on déplace davantage l'acide gras par un acide fort, ou que le savon est plus hydrolysé.

Viscosité. — Pour les termes inférieurs, jusqu'au valérianate $\frac{N}{10}$, l'addition d'un acide fort à la solution fait peu varier la viscosité ; l'addition d'une base forte l'augmente. Pour le valérianate N, l'addition d'acide diminue la viscosité, l'addition de base l'augmente. A partir du caproate, c'est-à-dire à partir du moment où l'on a, en solution neutre, une suspension ultramicroscopique, l'addition soit d'acide, soit de base *augmente la viscosité.* Le point minimum de la courbe de viscosité est un *point critique* correspondant précisément au moment *où la solution commence à présenter des granules ultramicroscopiques.* Pour les termes supérieurs au caproate, ce minimum, ce point critique, existent toujours, mais ils ne correspondent plus à la neutralité ; ils répondent à une alcalinité d'autant plus forte que l'acide gras du savon a un poids moléculaire plus élevé. L'existence de ce point critique permet de séparer dans la série les termes qui ne peuvent se trouver en solution ultramicroscopique (valérianate inclus) de ceux qui sont colloïdaux.

III. Structures des savons. — Le Tableau suivant résume les différentes structures des savons :

	Milieux.			
			Alcalin.	
Savons.	Acide.	Neutre.	Eau.	Alcool.
Termes inférieurs (valérianate inclus.).......	Solutions homogènes.			
Caproate, caprylate, laurate................	Suspensions microscopiques et précipités.	Suspensions ultramicroscopiques.	Suspensions amicroniques, mais très visqueuses.	Gelées transparentes.
Palmitate, oléate.......	Empois (agglomérés de granules et de cristaux en milieu visqueux).	Suspension submicroscopique et microscopique.	Gelées typiques réversibles par la chaleur.	Gelées à grains ultramicroscopiques.
Stéarate..............	Précipité.	Suspension microscopique.	Empois.	Gelées emprisonnant des cristaux.

On voit, d'après ce Tableau, que la structure des savons (solutions vraies,

solutions colloïdales, gelées, empois) est sous la dépendance de la complexité moléculaire et de la réaction du milieu.

MINÉRALOGIE. — *Sur le triage des minéraux par l'électro-aimant.* Note de MM. **A. Chevallier** et **L. Vérain.**

La méthode de triage mécanique des éléments ferrugineux des roches par l'électro-aimant a été imaginée par Fouqué.

Le courant d'intensité variable nécessaire à l'aimantation était fourni : soit par des piles d'éléments Bunsen grand modèle disposés en séries parallèles; soit, lorsqu'on avait besoin d'une induction plus puissante, par une machine Gramme actionnée par un moteur à gaz; soit enfin, comme au laboratoire de Minéralogie de la Faculté des Sciences de Nancy, par une petite dynamo mue à la main.

L'électro-aimant employé avait la forme classique en fer à cheval; chaque noyau portait à son extrémité une plaque rectangulaire de fer doux. Cette disposition, par suite de l'énorme trajet dans l'air imposé aux lignes de force, exige des courants magnétisants puissants pour produire à la surface inférieure des pièces polaires, seule utilisable, une induction capable de retenir les minéraux pauvres en fer tels que les micas.

De ce qui précède il résulte que jusqu'aujourd'hui la méthode de triage par l'électro-aimant n'avait pas donné, dans les laboratoires, les résultats pratiques qu'on était en droit d'attendre.

Afin de rendre le procédé aussi parfait que possible, nous avons apporté les deux modifications suivantes :

Tout d'abord nous avons donné au circuit magnétique de l'appareil une forme plus rationnelle. L'électro-aimant est placé horizontalement; la pièce polaire inférieure a été remplacée par un petit plateau circulaire en fer doux en regard duquel se trouve une pointe également en fer doux fixée à l'autre noyau. Le plateau a un diamètre de $0^m,04$; la pointe est un petit tronc de cône terminé par une partie légèrement convexe de $0^m,05$ de diamètre; la plus courte distance d'entrefer est de $0^m,45$, elle est suffisante pour qu'on puisse facilement présenter à la pointe les substances à attirer répandues en grains fins sur une feuille de papier; cette feuille de papier est supportée par la plate-forme circulaire et par une petite table en carton construite *ad hoc* et peut glisser entre les bobines de l'électro-aimant.

Ensuite, au lieu d'employer des piles ou des machines pour la production du courant électrique, il est beaucoup plus facile de se servir du courant fourni par les stations centrales et que l'on a à sa disposition dans tous les laboratoires. Entre les deux bornes d'une prise de courant, on a installé en série un rhéostat, un interrupteur, un ampèremètre sensible de 0 à 3 ampères, enfin la bobine de l'électro-aimant. Le rhéostat est

constitué par une planchette sur laquelle sont disposées en parallèle 6 douilles de lampes à incandescence, dans lesquelles on peut placer des lampes de 5, 10, 16, 32, 50 bougies sous 220 volts, tension du réseau de Nancy. En les combinant diversement, on peut obtenir pour l'intensité une suite de valeurs assez rapprochées; pour resserrer les intervalles et pour permettre de réaliser des courants plus faibles que celui d'une lampe de 5 bougies, on peut remplacer une lampe par une série de 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 lampes placées sur une autre planchette. Un tel dispositif a l'avantage d'être moins coûteux que l'emploi de fils métalliques.

Une étude préliminaire a montré que la courbe de magnétisme du système présente une montée très rapide jusqu'à 1,5 ampère et qu'à partir de 2 ampères, la montée est beaucoup plus lente. D'ailleurs il a été possible d'attirer, avec un courant de 1,80 ampère, les minéraux tels que le sphène et la pierre ponce, qui ne contiennent que des traces de fer.

L'installation est peu encombrante et toujours prête à fonctionner; la manœuvre peut se faire sans aide.

En faisant croître progressivement l'intensité du courant depuis les valeurs les plus faibles, on peut retirer d'une poudre minérale donnée autant de portions diversement magnétiques qu'on le veut. L'expérience a de plus montré qu'on est sûr, en employant la même intensité facile à obtenir et à vérifier par l'ampèremètre, d'attirer toujours des grains de même composition et de dimension sensiblement égale. Il est facile de dresser, pour un électro-aimant déterminé, un Tableau donnant les inductions et les courants qu'il faut employer pour attirer les différents minéraux ferrugineux contenus dans les roches. Ainsi, avec l'appareil qui vient d'être décrit, la sidérose, par exemple, est attirée par un courant de 0,17 ampère; le grenat, par 0,25 ampère; le péridot, par 0,47 ampère; la cordiérite, par 0,59 ampère; le mica blanc d'un granite des Vosges, qui ne contient que 1,50 pour 100 environ d'oxyde de fer, a besoin d'un courant de 0,95 ampère.

Nous avons cherché à déterminer synthétiquement la relation qui existe entre la teneur en fer d'un minéral et l'induction nécessaire pour l'attirer. L'expérience a été faite en incorporant à une matière inerte fondue, la cire de Carnauba, du fer oligiste réduit en poudre impalpable. Le mélange, après refroidissement, était broyé, tamisé et enfin traité par l'électro-aimant. Pour chaque portion triée, le fer oligiste était débarrassé, par dissolution dans l'essence de térébenthine, de la cire qui l'entourait. Les différents résultats pointés sur une feuille de papier quadrillé montrent que la relation est représentée par une courbe régulière dont la forme est celle d'une hyperbole équilatère.

L'emploi constant dans un laboratoire d'une méthode de triage aussi pratique permet d'éviter les grandes pertes de temps nécessitées par les autres procédés magnétiques, tout en fournissant des résultats plus parfaits. L'analyse microscopique des fonds marins actuels, celle des fonds marins anciens, c'est-à-dire l'étude minéralogique des roches sédimentaires, seront dorénavant facilitées et rendues plus précises. L'étude des roches cristallines y gagnera elle aussi, par suite de la possibilité de concentrer en quelque sorte les éléments accessoires disséminés dans la roche. L'analyse chimique des silicates deviendra plus rigoureuse; on pourra en effet purifier le minéral à étudier en enlevant les inclusions qu'il renferme presque toujours. Enfin on pourrait déterminer rapidement et sans analyse la teneur en fer approximative d'un minéral ou d'un minerai de fer en mesurant l'intensité du courant nécessaire pour l'attirer.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'application à la thorine d'une méthode générale de synthèse de fluorures et de silicates.* Note de M. A. **Duboin**, présentée par M. L. Troost.

J'ai développé, depuis une quinzaine d'années, une méthode générale susceptible de fournir des fluorures et des silicates doubles dans lesquels la potasse est associée à une autre base.

Je viens d'appliquer cette méthode à la thorine.

Fluorure de thorium. — La thorine a été dissoute dans le fluorhydrate de fluorure de potassium fondu; la masse a été chauffée jusqu'au rouge, puis refroidie lentement. Le culot, repris par l'eau, abandonne un produit opaque, altéré, dont la composition se rapproche de la formule KF, ThF^4, mais qui contient plus de 1 pour 100 de thorium en excès.

Ce fluorure double est fusible au rouge sombre; mais cette propriété ne le rend pas plus favorable à la préparation du thorium par électrolyse que le chlorure double employé par MM. Moissan et Hœnigschmidt.

Par contre, je suis arrivé à obtenir le fluorure de thorium dans un état de pureté assez satisfaisant en refondant le culot provenant de l'expérience précédente dans un excès de chlorure ou de bromure de potassium.

Les procédés qui donnent les meilleurs résultats sont les suivants :

1° On fond, dans un creuset de platine brasqué avec du chlorure de potassium, un mélange intime de 1^{mol} de sulfate de thorine avec 4^{mol} de fluorure de potassium. On voit se former à la partie supérieure de la masse des cristaux brillants qui se ras-

semblent sur les parois du creuset. Après refroidissement lent, on isole par l'eau un produit chatoyant très bien cristallisé.

2° On remplace dans l'expérience précédente le chlorure de potassium par un mélange à molécules égales de chlorure de potassium et de chlorure de sodium, et le fluorure de potassium par la quantité correspondante de fluorure de sodium, qui se prête mieux à la pesée et reste sec pendant les manipulations.

On peut rendre les cristaux encore plus clairs en les projetant par petites portions dans du chlorure de potassium fondu, laissant refroidir lentement la masse et reprenant par l'eau.

Le produit obtenu se présente au microscope comme formé de cristallites allongés, de formes indéterminables, monoréfringents, sauf parfois sur les bords, où ils sont à peine biréfringents (extinctions longitudinales). Il peut être cubique, avec allongement suivant un des axes comme dans certains cristaux de cuprite.

Il fond au rouge vif et n'est pas attaqué par l'acide sulfurique concentré; mais l'acide modérément étendu l'attaque lentement, ainsi que l'acide chlorhydrique.

Thorine cristallisée. — Pour l'analyser, je l'ai attaqué par le carbonate de soude fondu; la thorine qui résulte de cette attaque est parfaitement transparente et cristallisée et les cristaux ressemblent en tous points à ceux du fluorure primitif.

Le poids de thorium trouvé est supérieur de 0,5 pour 100 au poids calculé. Trouvé : 75,89 pour 100, au lieu de 75,36 pour 100.

Je n'ai pu obtenir la thorine cristallisée en fondant la thorine amorphe dans un mélange de carbonate de soude et de fluorure de sodium dans les proportions où ils se trouvent dans le mélange final résultant de la calcination du fluorure de thorium avec un excès de carbonate de soude, même quand le fluorure de sodium est en léger excès et que la durée de la chauffe est prolongée pendant 3 heures au rouge blanc.

Silicate double de thorine et de potasse. — J'ai préparé ce silicate par la méthode générale (¹), qui m'a donné un grand nombre de silicates doubles. Dans du fluorure de potassium fondu dans un creuset de platine, je projette de la silice qui se dissout instantanément, puis de la thorine qui se dissout très lentement; il ne tarde pas à se déposer au fond et sur les parois du creuset des cristaux qui grossissent; après refroidissement lent, le culot est

---

(¹) *Sur une méthode de reproduction de silicates doubles de potasse et d'autres bases* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 698).

repris par l'eau, et le silicate est séparé de la silice en excès au moyen d'une liqueur lourde à base d'iodomercurates alcalins [1].

Le produit obtenu se présente sous forme de cristaux très biréfringents ; il possède des groupements pseudo-hexagonaux du genre de ceux de l'aragonite : deux axes optiques très écartés autour de la bissectrice aiguë, qui est négative; je ne suis pas certain que les lames pseudo-hexagonales soient bien couchées à plat sur la préparation : si oui, le minéral est monoclinique, car dans les quelques lames que j'ai pu étudier dans cette direction la bissectrice est un peu oblique sur le plan d'aplatissement; mais il est possible aussi que les lames soient obliques sur le plan du porte-objet, et dans ce cas le minéral serait orthorhombique.

Ce produit est attaqué avec la plus grande facilité par les acides; je l'ai analysé en l'attaquant par l'acide chlorhydrique, en évaporant à sec et reprenant par l'acide azotique qui donne un chiffre exact pour la silice, tandis que la reprise par l'acide chlorhydrique donne constamment un excès notable. Dans la liqueur filtrée, la thorine a été précipitée par l'acide oxalique, puis la potasse pesée à l'état d'azotate. Les résultats conduisent à la formule

$$K^2O, ThO^2, 2SiO^2.$$

	Trouvé.		Calculé.
Silice............	24,82	24,61	25,078
Thorine..........	54,48	54,65	55,276
Potasse..........	20,41	20,07	19,644
	99,71	99,33	

Densité à 0° = 4,44.

Je suis heureux d'adresser à M. A. Lacroix, qui a bien voulu examiner mes produits, mes plus vifs remercîments.

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence des glandes céphaliques chez* Machilis maritima *Leach.* Note de M. **L. Bruntz**, présentée par M. Yves Delage.

Les divers auteurs [2] ayant étudié l'anatomie des Thysanoures propre-

(1) *Sur les liqueurs denses à base d'iodomercurates alcalins* (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 385).

(2) Nassonow (1887), Oudemans (1887), Grassi (1904), Becker (1898) et Willem (1900).

ment dits signalent uniquement, comme glandes céphaliques, une paire de glandes salivaires qui débouchent à l'extérieur par un canal dont l'orifice est situé entre la ligule et la lèvre inférieure.

J'ai montré (1904) que ces prétendues glandes salivaires faisaient partie d'organes plus complexes, qui sont des *reins labiaux* dont les vésicules terminales ou saccules n'avaient pas jusqu'alors été aperçues. Les glandes salivaires des auteurs représentent en réalité les labyrinthes et les canaux excréteurs de ces reins.

Or, indépendamment des reins labiaux, *Machilis maritima* (¹) et probablement tous les Thysanoures possèdent deux paires de glandes qui, jusqu'ici, semblent avoir été prises pour du tissu adipeux.

En raison de la situation de leurs débouchés, je dénomme ces glandes : *glandes céphaliques*, et, d'après la position relative des orifices des conduits excréteurs, je distingue :

1° Des *glandes antérieures;*

2° Des *glandes postérieures* ou glandes annexes du canal excréteur des reins labiaux.

Les glandes céphaliques antérieures, comme les postérieures, sont disposées symétriquement dans la tête et le prothorax. Bien que les premières présentent avec les seconds des relations de voisinage, il est toujours facile de les distinguer sur des coupes, grâce à la faculté qu'elles possèdent de se colorer diversement à l'aide des mêmes réactifs. Par exemple, l'hématoxyline en solution très étendue colore faiblement les glandes antérieures en gris bleu, tandis qu'elle teinte énergiquement les glandes postérieures en bleu foncé.

Les glandes antérieures sont dorsales, elles s'étendent depuis la région frontale jusqu'au milieu du prothorax, contre les cæcums antérieurs du tube digestif moyen. Elles forment un lit épais à la base des yeux et des nerfs optiques et elles s'avancent ventralement jusqu'au milieu des muscles masticateurs. C'est dans cette région que naît, pour chaque glande, un petit canalicule excréteur dont le cours est difficile à suivre. Les deux canalicules débouchent isolément et latéralement à la base de la cavité masticatoire (*Mahlhöhle* d'Oudemans), contre l'articulation des mandibules.

Les glandes postérieures sont en rapport par leurs faces supérieures avec les glandes antérieures. Les premières, comme les secondes, s'insinuent entre les muscles masticateurs et elles forment, de plus, un épais collier autour de la partie postérieure de l'œsophage. La face inférieure de ces glandes repose sur la chaîne nerveuse ventrale.

C'est dans la région cervicale de la portion antéro-inférieure de chaque glande que naît le canalicule excréteur. Les deux canalicules excréteurs sont très courts, ils

(¹) Les individus de cette espèce ayant servi à mes études provenaient du laboratoire maritime de Roscoff.

embrassent la chaîne nerveuse et se réunissent au-dessous d'elle pour former un petit canalicule impair et médian qui vient déboucher dans le canal excréteur des reins labiaux, à l'endroit où les canaux excréteurs pairs se fusionnent pour donner un conduit unique.

Les canalicules des glandes postérieures sont noyés, en totalité ou en partie, dans une masse conjonctive paraissant jouer le rôle de tissu de soutien.

Au point de vue histologique, s'il est permis d'établir une comparaison entre ces glandes et celles des Mammifères, on peut dire que les glandes céphaliques des Thysanoures sont des glandes muqueuses.

Les glandes céphaliques sont formées chacune par un canal excréteur plusieurs fois ramifié dont les branches aboutissent à des lobules glandulaires serrés les uns contre les autres.

Les lobules des glandes antérieures sont formés par de grandes cellules toutes semblables, qui possèdent une fine membrane, un cytoplasme très vacuolaire et un ou deux gros noyaux ovoïdes munis d'un nucléole acidophile central. On rencontre parfois des noyaux en voie d'amitose et fréquemment des noyaux safranophiles en caryolyse.

Dans les lobules des glandes postérieures, il est très facile de distinguer deux sortes de cellules représentant deux stades d'évolution des cellules glandulaires. Les unes sont petites, généralement disposées à la périphérie des lobules et renferment de nombreuses et petites granulations chromatophiles; les autres sont de grandes cellules vacuolaires qui ressemblent en tous points aux cellules des glandes antérieures.

Quant au rôle joué par les glandes céphaliques, je ne puis qu'émettre une hypothèse à ce sujet. Il est certain que le produit d'excrétion naturellement contenu dans les vacuoles du corps cellulaire est un liquide très riche en eau. Il est probable que les glandes antérieures sont de véritables glandes masticatoires, comme la situation de leurs orifices excréteurs le laisse soupçonner. Quant aux glandes postérieures, elles sécrètent un liquide peut-être chargé d'entraîner au dehors les produits rénaux, jouant ainsi le rôle physiologique des glomérules des reins des Vertébrés.

ENTOMOLOGIE. — *Sur un Lépidoptère hétérocère* (Zeuzera pyrina *L.*) *nuisible au chêne-liège en Algérie*. Note de M. **P. Lesne**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dès l'époque de Réaumur l'attention des observateurs a été attirée sur un Lépidoptère hétérocère, le *Zeuzera pyrina* L., dont la chenille attaque

les arbres en pleine vigueur et creuse des galeries à l'intérieur du tronc et des branches des essences non résineuses les plus variées. Ratzeburg (1840), E. Newman (1864), Boisduval (1867) et d'autres ont signalé les déprédations commises par cet insecte et fourni des données sur ses mœurs; E. Kalender (1874) a étudié le premier, d'une façon suivie, les habitudes du même insecte. Mais les observations biologiques sur la Zeuzère ont toutes été faites soit en Europe, soit dans l'Amérique du Nord, où ce papillon semble avoir été introduit, et les entomologistes, tels que H. Lucas et Ch. Oberthür, qui se sont occupés des Lépidoptères du nord de l'Afrique, se sont bornés à mentionner la présence de l'insecte en quelques points de l'Algérie nord-orientale.

Ayant eu à rechercher, au cours de l'été dernier, les causes de la mortalité et de l'affaiblissement des chênes-lièges dans le massif algérien de l'Edough (province de Constantine) [1], nous avons reconnu que, dans cette région, l'ennemi le plus redoutable du *Quercus suber* est le *Zeuzera pyrina* L.; nous avons constaté, en outre, que les mœurs de la chenille offrent, en Algérie, des particularités spéciales, comme si les individus nord-africains de cette espèce avaient simplifié l'industrie de leurs congénères d'Europe.

La Zeuzère attaque les chênes-liège de toutes tailles. La chenille âgée se rencontre soit dans le tronc des arbres encore jeunes, soit à l'intérieur des branches principales des chênes en plein rapport. C'est ainsi que des troncs ou des branches mesurant jusqu'à 20^{cm} de diamètre sont creusés par elles jusqu'au cœur.

Elle vit isolément à l'intérieur de galeries dont la présence se reconnaît aisément grâce à la tache brune, arrondie, souvent aussi large que la paume de la main, qui s'étend au-dessous de l'orifice et qui est due à la sève s'écoulant au dehors et s'altérant au contact de l'air. De l'orifice, toujours situé au fond d'une crevasse du liège, part une galerie qui offre des caractères très constants. Elle suit une direction longitudinale ascendante et gagne obliquement les parties centrales du cylindre ligneux en se poursuivant sur une longueur pouvant atteindre 35^{cm}. Dans sa portion inférieure elle est plus ou moins dilatée dans le sens radial et présente une section surbaissée; plus haut, elle se rétrécit graduellement et sa section devient circulaire. L'élargissement des parties voisines de l'orifice a manifestement pour but de faciliter à l'insecte les évolutions auxquelles il doit se livrer pour déblayer son logis lorsqu'il est encombré d'excréments; l'extrémité supérieure, profondément située, est destinée à servir de loge de transformation. Presque toujours, de la chambre de déblayage se détache inférieure-

(1) Nos observations ont été entreprises sur la demande de la Société anonyme des lièges de l'Edough.

ment, près de l'orifice, une galerie descendante de dimension réduite, où se rassemble un liquide brunâtre dans lequel se développent de nombreuses larves de Diptères. Enfin, la galerie se complique assez souvent d'un rameau ascendant subcortical moins long que le rameau axial, permettant à la chenille de trouver une alimentation plus riche en principes nutritifs, mais l'exposant davantage aux atteintes des Pics.

Les galeries de Zeuzères, qui représentent chacune une surface de lésion dépassant 1^{dm^2}, sont souvent nombreuses sur un même arbre. Il est fréquent d'en observer de trois à sept, et on en a rencontré jusqu'à dix-sept sur une même plante. L'arbre réagit en poussant des bourrelets ligneux qui ont vite fait de combler la galerie si la chenille vient à mourir ou à se transformer; mais, aussi longtemps qu'elle y demeure, elle lui conserve ses dimensions en rongeant les parois d'où elle tire sa nourriture. On conçoit que la présence de ces chenilles amène un affaiblissement de la plante, affaiblissement qui aboutit soit au desséchement partiel de la cime, soit à la mort totale de l'arbre s'il s'agit de jeunes sujets.

Lorsqu'on fend les troncs ou les branches attaquées, on est frappé de rencontrer beaucoup de galeries qui paraissent récemment abandonnées, bien que l'insecte ne s'y soit pas transformé. Or, si l'on extrait une chenille de sa retraite et qu'on l'enferme avec un tronçon indemne de chêne-liège, elle ne tarde pas à creuser celui-ci et à disparaître à son intérieur. Il semble donc que la chenille de la Zeuzère abandonne volontiers son gîte pour s'en creuser un nouveau.

Au moment de se transformer, elle monte jusqu'à l'extrémité de la galerie axiale et, là, s'enferme derrière un tissu lâche de fils soyeux grossiers, tendus diamétralement dans la lumière de la galerie sur une longueur d'environ 1^{cm}; mais elle ne creuse pas une galerie spéciale pour la sortie de l'adulte et ne s'entoure pas d'un cocon comme elle le fait en Europe. Plus tard, la chrysalide, prête à éclore, écarte ou rompt les fils de cet opercule à l'aide de l'éperon tranchant dont sa tête est armée et s'avance jusqu'à l'orifice extérieur. Vers l'altitude de 500^{m}, c'est au milieu et à la fin d'août que nous avons observé l'éclosion; aux altitudes inférieures, l'apparition des adultes est moins tardive.

Les Pics et notamment la plus grande espèce de la région (*Gecinus Vaillanti* Malh.) recherchent les chenilles de Zeuzères pour s'en nourrir. Ces oiseaux sont assez abondants dans l'Edough, et c'est à eux qu'il faut attribuer les trous profonds et presque cylindriques que nous avons souvent observés, surtout dans le district du *Gros Liège,* sur les chênes attaqués. Ces trous étaient constamment creusés à une distance de 6^{cm} à 10^{cm} au-dessus de l'orifice de la galerie et sur le trajet de celle-ci. Les Pics ne suffisent pas cependant pour limiter efficacement la multiplication de l'insecte. Sur les croupes sèches des « koudiats » et dans certaines régions basses, la forêt

est gravement atteinte et il est à craindre que, si les dégâts ne pouvaient être enrayés, des centaines d'hectares en exploitation ne soient prochainement détruits dans la seule partie orientale du massif.

Les expériences auxquelles nous avons procédé sur place ont montré l'efficacité des injections de sulfure de carbone pour détruire les chenilles à l'intérieur de leurs galeries; toutefois, le laps de temps qui s'est écoulé depuis n'est pas suffisant pour permettre d'apprécier l'influence du sulfure sur la végétation des arbres. La configuration simple et constante des galeries des chenilles adultes chez les Zeuzères de l'Edough justifierait, d'autre part, l'essai de procédés mécaniques de destruction.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Recherche spectroscopique de la bile.* Note de M. **A. Auché**, présentée par M. d'Arsonval.

Les physiologistes et les médecins attachent une importance chaque jour plus grande à des renseignements précis sur la présence, la quantité et les variations des pigments biliaires dans différents produits de l'organisme : urines, fèces, sérums normaux et pathologiques, bile, matières vomies, etc. La méthode suivante, rapide, facile et fidèle, rendra des services.

Principe. — *La bilirubine, en milieu alcalin, et par oxydation, au moyen de l'iode, en présence de l'oxyde de zinc, fournit un spectre caractéristique.*

Réactifs. — 1. Une solution saturée d'acétate de zinc (ou de l'ammoniaque saturée d'oxyde de zinc pur).

2. Une solution d'iode à $\frac{1}{100}$ dans l'alcool ou dans l'iodure de potassium.

Les réactifs aqueux sont préférables surtout avec les sérums.

Technique. — Le liquide contenant les pigments biliaires en solution aqueuse, alcoolique, chloroformo-alcoolique, etc. est placé dans un petit tube à essai de 10^{cm^3} environ; ajouter quelques gouttes d'ammoniaque, puis quelques gouttes du réactif n° 1 et enfin goutte à goutte la solution n° 2 en surveillant au spectroscope *l'apparition et la croissance d'une bande, dans le rouge, entre* B *et* C, *c'est-à-dire entre* 650λ *et* 700λ et plus ou moins épaisse suivant la richesse du liquide en pigments. Quand la bande cesse de croître en épaisseur, on arrête les additions d'iode et l'on ajoute un excès d'ammoniaque, ce qui rend le spectre plus net. Avec des solutions étendues, il faut observer dans l'axe du tube, ce qui est facile, devant une lampe de bureau et avec un spectroscope à main. *Cette bande est caractéristique de la matière colorante biliaire : elle ne se produit pas avec les pigments sanguins, ni avec la luthéine qui a été considérée, par certains auteurs, comme la matière colorante normale du sérum.* Des solutions concentrées donneront en outre une bande faible en D, 590λ.

Spectre étalon. — Si l'on veut se faire une idée des quantités relatives de pigment, il sera bon d'observer toujours sous même épaisseur ; $0^m,10$ par exemple, dans ces conditions une solution de bilirubine pure à $\frac{1}{100000}$ donne encore une très belle bande. Par suite, il est possible de constituer une échelle de types (difficile à conserver) ou de juger sous épaisseurs variables.

Applications aux cas particuliers. — Les urines ictériques, les sérums sanguins, liquide de l'ascite, liquides pleurétiques, etc., seront essayés sans aucune préparation préalable. Pour les urines très chargées, il sera mieux de les diluer et de préférence avec de l'alcool. Il sera rare qu'un sérum ne donne pas de résultats positifs sous cette épaisseur de $0^m,10$; avec les sérums de l'homme, du cheval, du bœuf, il suffira souvent d'une épaisseur de $0^m,01$. Il sera facile de voir que la richesse en pigments est très variable avec les espèces et les individus.

Les matières concrètes devront être traitées par un liquide susceptible de dissoudre les pigments, tel que l'alcool ou un mélange d'alcool et de chloroforme, et l'examen portera sur cette solution.

S'il s'agit de produits pauvres en pigments, il faudra effectuer une extraction préalable par les procédés classiques : entraînement par divers précipités formés au sein du liquide, entraînement mécanique par des poudres inertes, dissolution dans des liquides non miscibles tels que le chloroforme et de préférence le chloroforme dans lequel on a dissous 15 pour 100 de thymol. L'extrait est repris par l'alcool et celui-ci traité comme il a été dit. Par ce moyen on pourra découvrir le pigment dans des urines en contenant moins de $\frac{1}{10000000}$ et constater que les urines de beaucoup de personnes ayant toutes les apparences de la santé sont faiblement ictériques ([1]).

Les recherches bibliographiques ont montré que ces faits ne sont pas entièrement nouveaux. En 1872 Stokwis a décrit, à quelques détails près, ce même spectre qu'il obtenait en faisant agir divers agents d'oxydation sur la bilirubine ou ses dérivés. Le corps obtenu reçut successivement les noms de *choléverdine, bilicyanine, cholécyanine* La production du spectre, dans ces conditions, est très capricieuse et ne peut s'appliquer aux recherches générales ; aussi, ces travaux sont-ils à peine cités dans quelques ouvrages de compilation.

([1]) Les solutions de bilirubine pure et les liquides obtenus par extraction n'exigent que très peu d'iode; on fera bien de se servir, dans ces cas, d'une solution au $\frac{1}{1000}$. Les liquides albumineux, au contraire, exigent jusqu'à 20 ou 25 gouttes de la solution au $\frac{1}{100}$.

L'intervention du zinc semble expliquer les caractères de constance qui viennent d'être décrits et mériterait à cette méthode d'être tirée d'un injuste oubli.

MÉDECINE. — *Nouvelles acquisitions sur le Kala-azar : cultures; inoculation au chien; étiologie.* Note de M. **Charles Nicolle**, présentée par M. Laveran.

Jusqu'à ces derniers temps, les données scientifiques acquises sur le Kala-azar se résumaient dans la connaissance des symptômes de la maladie et des caractères morphologiques de son agent pathogène. Ce Protozoaire, découvert par Leishman et étudié principalement par Donovan, Laveran et Mesnil, avait été obtenu en première culture sur sang citraté par Rogers. Cette culture avait permis de se rendre compte de la nature du parasite qui s'y développe sous forme d'Infusoire uniflagellé dépourvu de membrane ondulante. Mais les repiquages étaient impossibles, un seul fut obtenu par Leishman et Statham.

L'étude expérimentale de la maladie se trouvait donc retardée; de même la connaissance de son étiologie.

Patton seul pensait avoir pu suivre chez une punaise de l'Inde l'évolution du parasite.

La constatation récente que j'ai faite en Tunisie de trois cas d'anémie splénique infantile, identiques, sauf l'âge des malades (3 ans au maximum), au Kala-azar, m'a permis d'ajouter quelques notions nouvelles à celles apportées par mes devanciers dans l'étude de cette maladie et de son agent pathogène.

J'ai pu, d'une part, obtenir des cultures indéfiniment repiquables du parasite; de l'autre, reproduire expérimentalement l'infection chez le chien. Ce dernier résultat est probablement le premier pas accompli dans la connaissance de l'étiologie du Kala-azar.

I. *Cultures.* — Dans les trois cas j'ai obtenu d'emblée des cultures positives par ensemencement du sang splénique des malades en milieu de Novy et Neal (eau de condensation de tubes d'agar additionnés d'un tiers de sang de lapin) à 22°. Les cultures ont pu être repiquées avec succès, les plus anciennes (novembre 1907) six fois déjà, les autres trois et deux fois. Le début du développement s'observe vers le septième jour, la culture est abondante au quinzième jour. Les formes du parasite sur ce milieu sont identiques à celles obtenues par Rogers en sang citraté. J'ai donné ailleurs le

détail de ma technique et de mes observations (*Société de Pathologie exotique*, séance du 12 février et *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, février 1908).

Simplifiant le milieu de Novy et Neal, j'ai obtenu des cultures abondantes dans l'eau de condensation de tubes de sang gélosé sans peptone et sans viande. Les corps de Leishman s'y développent au moins aussi bien que sur le milieu Novy-Neal, qu'ils proviennent du sang splénique ou d'une culture.

II. *Inoculation au chien.* — Le 21 septembre 1907, un jeune chien reçoit dans le *foie et dans la cavité péritonéale* une goutte de sang splénique provenant d'une ponction de la rate d'un enfant, diluée dans 1^{cm^3} environ de citrate de soude à 2 pour 100. Aucun symptôme ne suit cette inoculation; le sang de l'animal examiné à plusieurs reprises ne montre aucune modification.

Le 9 décembre, ce même animal est inoculé, toujours dans le *foie et dans la cavité péritonéale,* avec le produit du broyage, dans l'eau physiologique, d'un fragment de la rate recueillie à l'autopsie du même enfant. Aucun symptôme à la suite; plusieurs examens du sang pratiqués en décembre-janvier restent négatifs.

Le 27 février (soit 159 jours après la première inoculation et 80 jours après la seconde) l'animal très gras est sacrifié. L'autopsie montre un état en apparence normal de tous les organes, sauf de la rate un peu hypertrophiée (poids 32^g pour un chien de 6^{kg}), mais ayant son aspect et sa consistance ordinaires, et du foie hypertrophié légèrement, rouge et manifestement ramolli. Aucun retentissement ganglionnaire, le tube digestif est sain.

Des frottis préparés avec la rate, le foie, la moelle des os montrent dans ces organes la présence de corps de Leishman. Ces parasites nombreux dans la rate et la moelle osseuse sont un peu plus rares dans le foie; nous ne les avons rencontrés, jusqu'à présent, ni dans le sang du cœur, ni dans les ganglions. Leurs caractères morphologiques sont identiques à ceux observés chez l'enfant dans le Kala-azar; comme eux ils sont tantôt libres, tantôt inclus dans de grands mononucléaires, lesquels en contiennent parfois un nombre considérable; les *gangues* sont rares.

Aucun des autres animaux inoculés par nous n'a présenté encore de lésions analogues (réserve faite pour des singes, non examinés et non malades en apparence).

Étiologie du Kala-azar. — La sensibilité du chien vis-à-vis du virus humain semble devoir éclairer l'étiologie jusqu'à présent inconnue du Kala-azar. Dans deux cas d'anémie splénique infantile à corps de Leishman, sur un total de quatre observés en Tunisie (en y comptant le cas de Cathoire et Laveran), les enfants contaminés avaient été en contact fréquent ou journalier avec des chiens malades, dont un s'est rétabli et l'autre est mort.

Il nous paraît donc légitime de supposer que le Kala-azar peut être une maladie du chien transmissible à l'homme, probablement par les parasites cutanés (puces ou autres).

GÉOLOGIE. — *Les roches anciennes et le terrain permien de Châtillon-sur-Saône (Vosges).* Note de M. **A. Doby.**

On ne connaissait jusqu'à ces derniers temps, à Châtillon-sur Saône, que deux pointements granitiques : l'un sur la rive gauche de l'Apance, au sud-est du bois Banal ; l'autre, en aval du village, sur la rive gauche de la Saône. Dans le jardin de la filature de laines, quelques roches anciennes, tranchant par leur couleur gris sombre et leur stratification à peu près verticale avec le grès bigarré qui les recouvre, étaient attribuées par Drouot au terrain de transition (¹) et par M. Rigaud à un terrain plus ancien, peut-être à l'étage des micaschistes (²).

Nos recherches nous ont fait voir que les roches anciennes de la Filature, grès et schistes métamorphiques, sont intimement pénétrées par une granulite rose à mica blanc, qui tantôt s'intercale parallèlement aux feuillets des schistes, tantôt les coupe, ainsi que les grès, sous des angles très variables.

Il ne nous paraît pas douteux que c'est à cette roche éruptive qu'est dû le métamorphisme marqué des grès et des schistes au milieu desquels elle est injectée. Les grès ont été changés en un véritable quartzite, où, à côté des grains de quartz recristallisés, on distingue des paillettes de mica noir, des grains d'orthose et parfois des veinules granulitiques roses, ce qui prouve qu'il y a eu mélange des éléments de la granulite avec ceux du quartzite. Quant aux argiles séparant les bancs de grès, elles sont devenues des schistes brun rougeâtre, fissiles, parfois feuilletés, passant tantôt à un micaschiste grenu à biotite, tantôt à un schiste luisant à séricite.

Le second pointement granitique, signalé par Drouot, constitue le sous-sol de la petite presqu'île formée par la Saône, au pied du village, et s'étend jusqu'au chemin de Grignoncourt, où il disparaît sous le grès bigarré.

M. Rigaud a cru reconnaître dans ce gisement deux variétés de granite, l'une rose et l'autre grise. Malgré les recherches les plus attentives, il ne nous a pas été possible d'y rencontrer le granite gris. La roche grisâtre du gisement est un porphyre pétrosiliceux.

En outre, on rencontre à une quinzaine de mètres au nord de la route de Jonvelle, à la hauteur de la Croix, des fragments anguleux de schiste brun, épars à la surface du sol. Ces débris semblent indiquer un autre gisement de roches métamorphiques.

(¹) *Annales des Mines,* t. III, 1863.

(²) *Annales des Mines,* 1880.

Une découverte intéressante a été faite sur la rive droite de l'Apance. Là où l'on ne connaissait que le grès bigarré, nous avons rencontré non seulement le granite, mais encore le porphyre pétrosiliceux avec tufs, intercalé en nappes puissantes au milieu de conglomérats et de grès permiens.

Le granite ne diffère de celui du bois Banal que par la décomposition plus avancée de ses éléments. Il se montre sur environ 500^m, dans le Grand Bois, à la hauteur de la filature de laines, et se poursuit, vers l'Ouest, sur la lisière de la forêt, en formant une bande étroite qui se termine, par un jeu de faille, à 40^m en aval d'un énorme bloc de grès, connu, dans le pays, sous le nom de *Roche des Larrons*. Au-dessus viennent trois nappes de porphyres pétrosiliceux avec tufs, séparées par des bancs de grès rougeâtre de $0^m,50$ à 1^m d'épaisseur. Les nappes ne sont pas continues; elles forment des lentilles de dimensions très variables, depuis de simples nodules jusqu'à des masses de plusieurs mètres, dont l'épaisseur dépasse parfois $0^m,50$. Tantôt la nappe inférieure repose directement sur le granite, tantôt elle en est séparée par un banc de grès.

Le porphyre est vert clair, pointillé de rose, rude au toucher. Il renferme, dans une pâte feldspathique en partie amorphe, de l'orthose, du quartz, de la chlorite, de l'amphibole et quelques paillettes de mica biotite. Les tufs argileux qui accompagnent le porphyre sont bréchoïdes, avec druses cristallines et enduits manganésés. Leur coloration est le rouge brun, le jaune et le vert. On y observe de nombreuses veines de quartz carié et de calcédoine rougeâtre.

L'intérêt de cette découverte est en grande partie dans les conglomérats et grès sans fossiles, au milieu desquels les felsophyres sont intercalés. Ces grès, attribués par les auteurs de la Carte géologique de France au grès bigarré, se distinguent de celui-ci, non seulement par leur aspect et leur texture, mais encore par leurs éléments constituants, et ils offrent une affinité marquée avec les grès franchement permiens des Vosges.

Ce sont des grès-arkoses, formés surtout de quartz et de feldspath. Ils sont gris jaunâtre ou rougeâtre, à texture grossière, sans mica et dépourvus d'éclat cristallin. Quelques bancs renferment des fragments de porphyre, des cailloux de quartz et de feldspath, assez volumineux pour qu'on puisse les considérer comme de véritables poudingues. Au contact du porphyre, la surface supérieure des bancs de grès a été métamorphisée en quartzite, d'une dureté au moins égale à celle du grès siliceux de Jonvelle. Les argiles séparant les bancs de grès sont sableuses, rougeâtres, peu épaisses et, comme les grès, ne renferment pas de fossiles.

Ce terrain, puissant d'environ 12^m, repose sur le granite et est recouvert sans discordance par le grès bigarré; les affleurements se montrent surtout sur la lisière septentrionale du Grand Bois, où ils forment une bande étroite d'environ 1200^m de longueur. On les retrouve encore entre la Saône et le chemin de Grignoncourt et sur la lisière de la forêt appelée *le Progot*.

Les grès permiens recouvrant le granite ont conservé leur horizontalité

primitive; au contraire, les roches métamorphiques accusent une stratification verticale, confuse, il est vrai, dans les grès, mais nettement marquée dans les micaschistes. Il en résulte que la mise en place du granite s'est produite dans l'intervalle entre le dépôt des roches anciennes métamorphiques et celui des grès permiens. A quel système géologique, antérieur au Permien, peut-on attribuer les roches métamorphiques? Peut-être au Dévonien, qui se montre, comme on sait, à Chenebier (Haute-Saône); mais le manque de fossiles ne permet pas de l'affirmer.

On peut penser que c'est vers l'époque westphalienne que la contrée a participé au mouvement qui a fait surgir la chaîne hercynienne. L'action horizontale de refoulement aurait donné naissance à un pli anticlinal, dont le granite de Châtillon-sur-Saône, le gneiss rouge de Bussières-lès-Belmont et celui de Blaizy-Bas marquent la direction, et qui reliait probablement les Vosges au Morvan. En même temps, une cassure longitudinale s'est formée dans ce pli et a livré passage d'abord à la granulite, ensuite, à l'époque permienne, aux porphyres pétrosiliceux. Après le dépôt des couches rhétiennes, un nouveau mouvement du sol a raviné la cassure de l'Apance et a prolongé la faille de la vallée de Montlétang jusqu'à la forêt des Épinets, où le grès infraliasique est cassé verticalement, mais sans rejet, suivant le prolongement du thalweg de cette vallée.

C'est par la faille de la vallée de Montlétang que s'échappe aujourd'hui, sous forme de sources thermominérales, la vapeur d'eau qui continue à s'exhaler du foyer intérieur.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une faune et d'une flore permiennes à Madagascar.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

La base de la série sédimentaire de Madagascar est formée par un ensemble de conglomérats, de grès, de schistes, qui affleurent à l'ouest du massif cristallin et se disposent en une bande à peu près continue entre ce massif et les terrains secondaires. A Nosy Be et autour de la baie d'Ampasindava, des schistes noirs, faisant peut-être partie de ce complexe, ont livré des Ammonites liasiques. Les autres régions de Madagascar, où règnent les grès et les schistes de base, semblaient jusqu'à présent dépourvues de fossiles. Ce n'est qu'en me basant sur des analogies avec les continents voisins qu'en 1900 j'avais cru devoir rapprocher le vaste système détritique

inférieur de Madagascar de la *Karoo formation* du Cap et de la *Gondwana formation* de l'Inde, ce qui me faisait exprimer l'espoir qu'on y découvrirait un jour des Reptiles fossiles.

Cet espoir vient de se réaliser. Le Muséum possède à Madagascar, en la personne du capitaine Colcanap, un correspondant aussi instruit que dévoué. Nous lui devons de magnifiques collections et des renseignements du plus haut intérêt sur la géologie de l'île. J'avais attiré son attention sur l'importance qu'aurait la découverte de débris organisés dans les grès et les schistes du cercle Mahafaly placé sous son commandement. Il y a quelques semaines, le capitaine Colcanap m'envoyait deux plaquettes d'un schiste siliceux provenant de la vallée de la Sakamena, au sud de l'Onilahy. L'une de ces plaquettes montre l'empreinte en creux d'une portion de squelette d'un petit Reptile fossile. J'ai reçu, il y a quelques jours, une lettre de mon savant correspondant m'annonçant qu'avec l'aide du capitaine Contet et de quarante tirailleurs, il avait pu explorer à fond le gisement, qu'il y avait découvert d'autres empreintes de Reptiles et de Poissons; à sa lettre étaient jointes quelques photographies de ces empreintes. Je ne veux pas attendre l'arrivée en France de ces nouveaux et précieux documents pour annoncer à l'Académie des Sciences cette importante découverte.

Il résulte de l'étude du spécimen déjà en ma possession et de l'examen des photographies des échantillons trouvés plus récemment que l'un de ces Reptiles, au corps lacertiforme, organisé pour la vie terrestre, avait des vertèbres amphicèles, à notocorde persistante, avec des intercentres; qu'il possédait un plastron de côtes ventrales, un humérus avec perforation épicondylienne; que les éléments de sa ceinture pelvienne étaient larges et aplatis; que ses pattes, bien ossifiées, avaient des doigts terminés par de petites griffes; que le membre postérieur était notablement plus long que le membre antérieur, etc. Par tous ces caractères, notre Reptile se range dans le groupe des Rhynchocéphales. Ses affinités sont avec des formes permiennes telles que *Palæohatteria* et *Kadaliosaurus* de la Saxe, *Protorosaurus* de la Thuringe, *Aphelosaurus* de l'Hérault, *Sauravus* de Blanzy et peut-être *Saurosternon* de l'Afrique du Sud. Ces divers animaux, qui ont à peu près la même antiquité géologique, offrent aussi des caractères évolutifs d'une uniformité vraiment remarquable, de sorte que je n'hésite pas à considérer les schistes à Reptiles de la Sakamena comme remontant à l'époque permienne.

Ces couches renferment aussi des plantes fossiles et, par un hasard des plus heureux, la plaquette de schiste offre, au milieu même du squelette reptilien, une belle empreinte de feuille de *Glossopteris*. M. Zeiller a bien voulu confirmer et compléter cette détermination en rapportant cette empreinte à *Glossopteris indica* de l'Inde, qu'on retrouve aussi dans l'Afrique du Sud. La répartition stratigraphique de cette espèce est assez étendue, puisque, d'après M. Zeiller, elle débute avec le Permien et s'élève jusqu'au

sommet du Trias; mais, comme son maximum d'extension se trouve dans les couches de Damuda rapportées au Permien moyen et supérieur, les renseignements tirés de l'empreinte végétale et de l'empreinte animale concordent parfaitement.

La découverte du capitaine Colcanap offre un intérêt scientifique considérable : elle nous fait connaître l'existence de terrains primaires et de la flore à *Glossopteris* dans une région du globe où ils n'avaient pas été signalés; elle apportera quelques données nouvelles à la morphologie des plus anciens quadrupèdes. Elle présente aussi un grand intérêt pratique. Les couches fossilifères de la Sakamena occupent, en effet, un niveau très élevé dans la série des grès et schistes de base du cercle Mahafaly; elles sont séparées des roches archéennes par une grande épaisseur de terrains plus anciens, probablement d'âge carbonifère. Comme l'ensemble de la formation est d'origine continentale, qu'on y observe des débris d'une antique végétation, on peut espérer y trouver des amas de combustibles comme ceux de l'Afrique du Sud. Le problème de la houille, si important pour notre grande colonie, où il n'a guère occasionné, jusqu'à présent, que des déboires, se pose, cette fois, d'une façon rationnelle.

GÉOLOGIE. — *Sur l'Infralias du Hodna (Algérie)*. Note de M. J. **Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

L'Infralias est connu dans l'Oranie (zone à *Cypricardia porrecta* Dum., signalée à Tifrit) (¹). On peut supposer qu'il existe aussi dans l'Est constantinois, d'après l'indication de MM. Blayac et Gentil, qui citent (²) *Mytilus psilonoti* Qst. sur des plaquettes calcaires qui « ressemblent indubitablement à celles du Muschelkalk ou de l'Infralias des régions classiques ». Mais ces auteurs n'ont pas cru devoir distraire du complexe habituel de roches triasiques les plaquettes en question. La Carte géologique d'Algérie (3ᵉ édition, 1900) mentionne cependant l'Infralias associé au Trias, et M. Fi-

(¹) Flamand, in Pomel et Pouyanne, *Rapport sur les travaux du Serv. géol. de l'Algérie* (*Ann. des Mines*, 9ᵉ série, t. XV, 1899).

(²) *Le Trias dans la région de Souk-Ahras* (*Algérie*) (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3ᵉ série, t. XXV, 1897). Gentil (*Thèse*) signale en outre une certaine analogie entre la Tafna et Souk-Ahras, quant à la possibilité de l'existence de dépôts infraliasiques.

cheur, dans sa Notice sommaire (¹), dit qu'à Souk-Ahras les calcaires à *Mytilus* paraissent se rapporter à l'Infralias. Quoi qu'il en soit, dans l'Ouest, les relations évidentes de ce dernier sont avec le Lias, qui le surmonte en concordance. Dans l'Est, il est noyé dans une importante masse triasique.

Aucune comparaison n'est donc possible entre les deux gisements, ni comme faune, ni comme allure, et l'on peut se demander s'il a existé partout en Algérie des couches intermédiaires entre le Trias, dont les lambeaux connus, de jour en jour plus nombreux, couvrent d'une trame ténue la surface du sol algérien, et le Lias, qui n'est pas souvent au voisinage, mais affleure aussi fréquemment. L'existence probable de la mer liasique sur la majeure partie de l'Algérie vient d'ailleurs de recevoir une confirmation nouvelle par la découverte d'un de mes collègues du Service de la Carte géologique, établissant un jalon de plus entre les affleurements fossilifères algéro-constantinois, dès longtemps connus, et les affleurements tunisiens du Lias (²). Il est donc hors de doute que les lagunes triasiques d'une part, la mer liasique de l'autre, ont couvert tout le nord de l'Afrique française, jusqu'au bord du massif ancien (³). On est fondé à admettre que l'Infralias n'y est pas moins constant : c'est ce que je me propose d'établir.

Au Congrès de l'*Association française*, en 1906 (Lyon), j'ai eu l'occasion de signaler les affinités infraliasiques de plusieurs faunes recueillies par moi dans quelques pointements de Trias ophitogypseux. Je ne connaissais alors de ces faunes que : *Avicula* cf. *Cassiana* (?) Bittn., *Montlivaultia* rappelant *M. discoidea* Terq. et Piette, et *Cypricardia porrecta* Dum. Cette dernière espèce, déterminée à Lyon même, par M. Depéret, n'était d'ailleurs pas citée dans mon court Mémoire. Je puis indiquer aujourd'hui comme caractérisant ces faunules : *Montlivaultia discoidea* Terq. et Piette, *Plicatula intusstriata* Emm. (*Spondylus liasinus* Terq.), *Gervilia obliqua* Martin,

(¹) *Notice somm. sur la Carte géol. de l'Alg.*, 3ᵉ édition, in *C. R. du VIIIᵉ Cong. géol. internat.*, Paris, 1901.

(²) J. DARESTE DE LA CHAVANNE, *Sur la découv. d'un lamb. de Lias moy. dans le bass. de la Seybouse* (*Comptes rendus*, 27 janv. 1908). Le lambeau le plus voisin de celui de la Seybouse est auprès de Gastu (28ᵏᵐ NNO de Guelma) et bien à l'est des Toumiettes, que M. Dareste considère à tort comme le gisement le plus oriental de Lias antérieurement connu [cf. JACOB et FICHEUR, *Notice sur les trav. récents de la Carte géol. d'Alg.* (*Ann. des Mines*, 10ᵉ série, t. VI, octobre 1904)].

(³) Cf. E. FICHEUR, *Le massif ancien du littoral de la Berbérie* (*Congrès de l'A. F. A. S.*, Ajaccio, 1901).

Avicula cf. *Dunkeri* Terq., *Cypricardia porrecta* Dum., *Cypricardia tetragona* Terq., etc., qui suffisent à préciser l'âge *hettangien* de mes gisements et à démontrer leurs affinités avec les dépôts du golfe du Luxembourg et ceux du bassin du Rhône.

Les gisements, au nombre de cinq, sont répartis tout autour du Hodna : Djebel Kasbah et Oued Targa (pied du Mehazem Kebir), dans la partie nord-occidentale, nord et sud du Dj. Djezzar dans l'Est ; sud de Bou Saâda (Aïn Ograb) au Sud-Ouest. Tous ces affleurements sont associés à des pointements triasiques en situation anormale. Les fossiles y sont très localisés, ordinairement incrustés dans des calcaires en plaquettes plus ou moins fissiles, rarement libres (à l'état de moules) dans de minces lits marno-schisteux. Ils couvrent parfois littéralement la surface des plaquettes ; mais ces calcaires sont extrêmement discontinus, en raison même de leur association au Trias.

Nulle part je n'ai pu reconnaître une trace certaine du Lias en relation avec mes gisements : circonstance qui les rapproche de celui de Souk Ahras. C'est la conséquence probable de l'insuffisante plasticité des grandes masses calcaires liasiques, restées en profondeur. Il ne faudrait pas en tirer de conclusion générale pour repousser la possibilité d'une liaison entre l'Infralias et le Lias, dans le centre et dans l'est de l'Algérie. Cette liaison originelle, reconnue à Tifrit (Oranie), m'apparaît au contraire comme indubitable aussi dans les deux autres départements. Il est hautement probable en effet que c'est bien l'Infralias qui a été aperçu par M. Dareste ([1]) au Chabet Meklouka, sous forme de *plaquettes* séparant les quelques mètres de calcaires apparemment liasiques des marnes triasiques. D'autre part, le même Lias (zone à *Pygope aspasia*) et le même Trias (marnes bariolées gypsifères) voisinent au Bou Taleb comme dans la Seybouse : il n'y a plus qu'à attendre le hasard d'une découverte pour trouver entre eux de l'Infralias.

Je rappellerai ici que Marcel Bertrand a reconnu dans le Djurjura des roches du Trias supérieur et de l'*Infralias* (facies provençal) dans la dépression comprise entre les falaises liasiques de Tirourda ([2]). M. Ficheur a aussi remarqué des calcaires en plaquettes, très analogues à celles qui portent mes fossiles, dans la partie orientale du Djurjura (renseignement verbal).

En résumé, de même que le Trias, à facies lorrain et provençal, se rencontre à peu près partout en Algérie, l'Infralias (tout au moins l'*Hettangien*) l'accompagne quelquefois et ses affleurements sont répartis dans les trois départements. Il y a bien des présomptions pour que la zone à *Avicula con-*

([1]) *Loc. cit.*

([2]) *Comptes rendus des excursions de la Société géologique de France en Algérie*, 1896.

torta s'y trouve aussi, car la présence bien constatée du terme supérieur de l'Infralias, sous le facies et avec la faune qu'il présente, s'ajoutant aux connaissances acquises sur le Trias et le Lias, contribue à démontrer le parallélisme d'évolution des deux bords de la Méditerranée.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie procède à la nomination de la Commission chargée d'examiner les demandes relatives aux postes d'étude du Laboratoire du mont Rose.

Sont nommés membres de cette Commission :

Le Président en exercice; les deux Secrétaires perpétuels et MM. **Van Tieghem**, **Chauveau**, **Perrier**, **Violle**, **Roux**, **Bouvier**, **Dastre**.

L'Académie procède ensuite à une délibération sur le mode d'emploi des annuités offertes par le prince Roland Bonaparte.

Après un échange d'observations entre divers Membres, il est résolu que les concurrents devront se conformer aux dispositions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, chaque année, avant le 1er janvier; mais, par exception, pour 1908, avant le 1er mai.

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un Rapport succinct, relatif à la manière dont ils ont employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils ont obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de Rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînera pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La séance est levée à 5 heures.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1908 (suite).

On the presence of sulphur in some of the hotter stars, by Sir Norman Lockyer. (Extr. des *Proceed. of the Royal Society*, A, t. LXXX, 1907.) Londres; 1 fasc. in-8°.

Variations de longue durée de divers phénomènes atmosphériques, par Henryk Arctowski. [Extr. du n° 11 (1907) du *Bull. de la Soc. belge d'Astronomie.*] Bruxelles, 1 fasc. in-8°.

De l'influence de la Lune sur la vitesse du vent aux sommets du Saentis, du Sonnblick et du Pike's Peak, par Henryk Arctowski. [Extr. du n° 12 (1907) du *Bull. de la Soc. belge d'Astronomie.*] Bruxelles, 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina in den Jahren 1904 *und* 1905. Sarajevo, 1907; 1 vol. in-4°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; serie III, t. VI; tavole 7, figure 78 intercalate al testo. Modène, 1906; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mars 1908.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques*, fascicule IX : *Oiseaux*. Hanoï, 1907; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 16. (Présenté par M. Delage.)

Traité des courbes spéciales remarquables planes et gauches, par F. Gomes Teixeira, Ouvrage couronné et publié par l'Académie royale des Sciences de Madrid, traduit de l'espagnol, revu et très augmenté; t. I. Coïmbre, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun, Bulletin XX. Autun, Dejussieu père et fils; Paris, P. Masson, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Mémorial de l'Artillerie navale; 3e série, t. I, 3e livraison de 1907. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1907; t. VIII, 2e et dernier fascicule. Grenoble, 1908; 1 vol. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1906-1907. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen, 5e série, 42e année, 1er et 2e semestres 1906. Rouen, Lecerf fils, 1907; 1 vol. in-8°.

International catalogue of scientific literature, fifth annual issue : L. *Genera Biology*; N. *Zoology*, parts I, II. Londres, Harrison et fils; Paris, Gauthier-Villars; Berlin, Hermann Pantel, 1907; 1 fasc. et 2 vol. in-8°.

Académie impériale des Sciences. *Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente*; t. II, 3e livraison. Saint-Pétersbourg, 1907; 1 vol. in-4°.

Arbeiten aus der staatlichen Landw. Versuchsstation in Sadovo Bulgarien; n° 2 : *Untersuchungen über verschiedene Pflanzenkrankheiten*, von KONSTANTIN MALKOFF, Director der Versuchsstation. 1907; 1 fasc. in-4°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t. XXV, fasc. 1, 2, anno 1908. Palerme, 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 février 1908.)

Note de M. *Émile Cotton*, Sur l'intégration approchée des équations différentielles :

Page 276, lignes 10 et 11 *au lieu de*

$$\psi_1 = F(x, \eta, \eta') - g(x).$$

Nous prendrons alors $\psi - \psi_1 = F(x, Y, Y') - F(x, \eta, \eta')$.
Lisez : Nous prendrons

$$\psi_1 = F(x, \eta, \eta') - g(x);$$

alors $\psi - \psi_1 = F(x, Y, Y') - F(x, \eta, \eta')$.

(Séance du 24 février 1908.)

Note de M. *Robert Jonckheere*, Résultats des mesures des diamètres de Mercure durant son passage du 14 novembre 1907 :

Page 381, ligne 18 en remontant, *au lieu de* cette Table devait donc être retournée, *lisez* cette Table devrait donc être retournée.

Même page, dernière ligne, *au lieu de* différence de 0″,32, *lisez* différence de 0″,42.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbonates neutres alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. DE FORCRAND.

On connaît un assez grand nombre d'expériences relatives à la décomposition par la chaleur des carbonates neutres alcalins et alcalino-terreux; mais, jusqu'ici, il a été impossible de comparer les résultats de ces déterminations avec les données thermochimiques correspondantes, plusieurs nombres nécessaires pour les calculs n'étant pas connus. Je me suis proposé tout d'abord de combler ces quelques lacunes, puis de faire des comparaisons pour la série complète.

I. *Données thermochimiques.* — Les cycles sont les suivants :

$$M^2O \text{ sol. } (^1) + CO^2 \text{ gaz} = M^2CO^3 \text{ sol.} + x,$$
$$M^2CO^3 \text{ sol.} + Aq = A,$$
$$M^2O \text{ sol.} + Aq = B,$$
$$CO^2 \text{ gaz} + Aq = +5^{Cal},60,$$
$$\text{Neutralisation} = C.$$

La valeur de A est nulle pour Ca, Sr et Ba. Elle est connue pour Na^2 et K^2 : $+5^{Cal},62$ et $+6^{Cal},54$ (Berthelot). Je l'ai déterminée directement à $+15^\circ$ pour Li^2 : $+3^{Cal},06$; pour Rb^2 : $+8^{Cal},75$, et pour Cs^2 : $+11^{Cal},84$.

La chaleur de dissolution des oxydes anhydres est mieux connue aujour-

---

(1) Ou MO pour les alcalino-terreux.

d'hui. M. Rengade vient de publier, pour les oxydes alcalins, les nombres :

Na^2O.	K^2O.	Rb^2O.	Cs^2O.
$+56^{Cal},5$	$+75^{Cal}$	$+80^{Cal}$	$+83^{Cal},2$

assez différents de ceux admis jusqu'ici :

$+63^{Cal},87$	$+67^{Cal},40$	$+69^{Cal},90$	$+72^{Cal},15$

Et je viens d'obtenir, pour Li^2O, SrO et BaO, des nombres qui, réunis à la chaleur de dissolution de la chaux, donnent :

CaO.	Li^2O.	SrO.	BaO.
$+18^{Cal},1$	$+31^{Cal},20$	$+30^{Cal},80$	$+35^{Cal},64$

Enfin, les valeurs de C sont connues depuis longtemps pour la soude et la potasse ($+20^{Cal},5$ et $+20^{Cal},2$); pour la chaux, la strontiane et la baryte : $+19^{Cal},6$, $+20^{Cal},9$ et $+22^{Cal},2$.

J'ai déterminé directement la chaleur de neutralisation de la rubidine et et de la cæsine par l'acide carbonique dissous : $+20^{Cal},57$ et $+20^{Cal},57$. Enfin je viens de trouver, directement aussi, et à $+15°$, la chaleur de neutralisation de la lithine : $+20^{Cal},49$ (1).

Avec toutes ces données, on peut calculer les nombres qui forment la série complète suivante :

		Carbonate solide. (Cal)	
Na^2O sol. + CO^2 gaz	....	+76,88	
K^2O sol. + »	....	+94,26	
Rb^2O sol. + »	....	+97,42	
Cs^2O sol. + »	....	+97,53 (2)	
CaO sol. + »	....	+43,30	amorphe ou précipité
		+42,00	spath (3)
		+42,60	aragonite (3)
Li^2O sol. + »	....	+54,23	
SrO sol. + »	....	+57,30	orthorhombique
BaO sol. + »	....	+63,44	

(1) Résultat qui se confond avec le nombre $+20^{Cal},41$ obtenu indirectement à $+16°$ par M. J.-A. Muller (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 6e série, t. XV, p. 517).

(2) J'ai fait le calcul, pour les quatre premiers, en partant des données de M. Rengade pour la dissolution des oxydes anhydres. Si l'on prenait les nombres admis jusqu'ici, on aurait des résultats plus voisins : $+84^{Cal},22$, $+86^{Cal},66$, $+87^{Cal},32$ et $+86^{Cal},48$.

(3) *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 390.

L'identité des deux nombres trouvés pour Rb^2O et Cs^2O n'a rien qui puisse surprendre.

On remarquera en outre, à ce point de vue encore, une étroite analogie entre Li^2O et SrO ([1]).

II. *Application à la dissociation.* — Les premiers nombres de ce Tableau ne paraissent pas très bien concorder avec les expériences de M. Lebeau ([2]), d'après lesquelles le carbonate de cæsium serait plus dissociable que celui de rubidium, et celui-ci plus dissociable que le carbonate de potassium. Il y aurait concordance seulement sur ce point que le carbonate de lithium est moins stable que les carbonates alcalins. Mais les courbes de dissociation obtenues avec les données de M. Lebeau sont tout à fait irrégulières; comme il l'indique lui-même, les phénomènes sont très compliqués pour les carbonates alcalins (fusion partielle ou complète de la masse, volatilité de l'oxyde, dissociation même de cet oxyde, d'après M. Rengade, volatilité différente du métal, attaque des vases, etc.) et ne peuvent guère se prêter à des comparaisons.

La stabilité des carbonates alcalino-terreux (y compris Li^2CO^3) peut se discuter un peu mieux.

D'après ma relation générale

$$\frac{Q}{T} = 30$$

on aurait, comme température de dissociation :

$CaCO^3$ (aragonite)	$+1160$ °C.
Li^2CO^3	$+1535$
$SrCO^3$ (orthorhombique)	$+1637$
$BaCO^3$	$+1842$

avec cette réserve toutefois que le carbonate de lithium fond vers $+700°$ C., celui du baryum vers $+800°$ C., celui du calcium vers $+1040°$ C., ce qui ne permet pas d'appliquer rigoureusement la relation pour des températures aussi élevées.

([1]) On pourrait joindre à ces nombres les suivants, déjà connus, dans l'ordre de stabilité décroissante : MgO, $+28^{Cal},9$; MnO, $+23^{Cal},5$ à $+27^{Cal},6$; FeO, $+24^{Cal},5$; PbO, $+21^{Cal},6$; CdO, $+19^{Cal},3$; Ag^2O, $+15^{Cal},7$ à $+19^{Cal},2$; ZnO, $+15^{Cal},1$; CuO, $+10^{Cal},8$; la série se terminant par des carbonates qui ne sont même plus stables à la température ordinaire.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1256, et t. CXXXVII, 1903, p. 1255.

Il paraît cependant étrange que le carbonate de lithium, qui devrait *bouillir* à +1535°, cède la totalité de son gaz carbonique à +800°, dans un courant d'hydrogène il est vrai.

Pour le carbonate de chaux, la température de dissociation nous est connue aujourd'hui par les expériences récentes de M. D. Zavrieff [1], qu'il faut espérer définitives cette fois. Elle est de +910°C.

Pour les deux autres, nous n'avons que les données approximatives de MM. Herzfeld et Stiepel : +1250° pour $SrCO^3$ et +1450° environ pour $BaCO^3$.

Ces trois nombres sont notablement inférieurs à ceux du Tableau précédent, de 250° à 400°.

Il semble donc, d'une manière générale, que la température de dissociation effective de ces quatre carbonates est toujours plus basse que celle qui résulte de nos données thermochimiques, et que l'écart augmente, en suivant l'ordre de notre Tableau, de Ca à Ba, à mesure que la stabilité devient plus grande.

L'explication me paraît être la suivante :

Les nombres obtenus par M. Zavrieff donnent une courbe de dissociation parfaitement régulière; et, lorsqu'on calcule, par la formule de Clapeyron, la chaleur de formation du carbonate de chaux, de 800° à 900° environ, par exemple, en prenant les points d'expérience de deux en deux, on trouve une série de valeurs assez concordantes, dont la moyenne est $+34^{Cal},76$.

Il en résulte que, très certainement, à ces températures élevées, la chaleur de formation du carbonate de chaux n'est pas, comme à la température ordinaire, de $+42^{Cal}$ à $+43^{Cal}$, mais seulement de $+34^{Cal},76$, soit une diminution de 18,5 pour 100 environ.

En admettant que le même phénomène se produit pour les trois autres et que l'écart est proportionnel [2], on peut dresser le Tableau suivant, qui donne les chaleurs de formation à haute température, et les températures

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 428.

(2) Il n'est guère possible de soumettre à un calcul analogue les données de M. Lebeau pour Li^2CO^3. Les chaleurs de formation calculées d'après ces nombres, avec la formule de Clapeyron, varient de $+12^{Cal}$ à $+172^{Cal}$. Cependant, en s'en tenant aux déterminations faites au-dessous du point de fusion (+700° environ), on trouve des valeurs voisines de $+45^{Cal}$, ce qu'on pourrait considérer comme une bonne vérification si la valeur absolue des tensions n'était pas aussi faible à ces températures relativement basses.

d'ébullition des quatre carbonates :

	Cal	°C.
$CaCO^3$	+34,76	+ 886
Li^2CO^3	+44,20	+1200
$SrCO^3$	+46,70	+1284
$BaCO^3$	+51,70	+1450

et les nombres de la dernière colonne concordent, autant qu'on pouvait l'espérer, avec les données de l'expérience directe, puisque celle-ci fournit : +910° pour $CaCO^3$, +1250° pour $SrCO^3$, et +1450° pour $BaCO^3$. En ce qui concerne Li^2CO^3, il devient moins difficile d'admettre qu'un composé bouillant à +1200° peut perdre la totalité de son gaz carbonique au bout de plusieurs heures, à +800°, dans un courant d'hydrogène.

GÉOLOGIE. — *Sur les minerais de fer ordoviciens de la Basse-Normandie et du Maine.* Note de M. **Œhlert.**

Les gisements de fer de la Basse-Normandie, exploités aux XVIIe et XVIIIe siècles, furent abandonnés pendant la première moitié du XIXe, puis repris vers 1875, avec une activité de plus en plus grande.

Dans un Rapport, daté de 1798 (*Journal des Mines*), le citoyen Duhamel, Inspecteur des Mines, indiqua déjà, d'une façon précise, la place de ces dépôts d'hématite, formant, dit-il, près de Domfront, une couche de 16dm à 25dm d'épaisseur, inclinée au Nord et intercalée dans des schistes compris entre des grès quartzeux au Sud (grès armoricain) et, au Nord, des grès se rapprochant davantage des grès houillers (grès gothlandien). L'attribution de ce minerai à l'assise des schistes à *Calymene Tristani* a d'ailleurs été établie d'une façon précise par Dalimier et par MM. de Lapparent, Lecornu et Bigot. C'est en effet vers la base de ces schistes que se trouve interstratifiée l'unique couche ferrugineuse reconnue ou exploitée dans les vingt concessions actuellement existantes dans les différents bassins siluriens de Normandie. En surface, le minerai, altéré, est à l'état d'oxyde; en profondeur, il est carbonaté. Sa structure est presque toujours oolithique et M. Cayeux pense que les oolithes, primitivement calcaires, ont dû, par métamorphisme, passer à l'état de fer carbonaté. Ces couches de minerai renferment des fossiles, et un échantillon, provenant de fouilles faites au nord de la forêt de Monnaye, nous a montré l'existence de nombreuses tiges d'encrines transformées en hématite, traversant un bloc de minerai oolithique.

Le synclinal le plus méridional de la Basse-Normandie, dirigé ONO-ESE, va de Mortain (par Domfront) à Bagnoles; à cette dernière localité aboutit également un pli analogue, venant du NO. Au delà, vers l'Est, un synclinal unique se prolonge, jalonné par les forêts de La Ferté, Magny, La Motte, Monnaye. Ayant eu l'occasion de suivre des recherches faites dans cette dernière région, qui n'avait pas encore été explorée au point de vue des gisements de fer, j'ai pu constater qu'entre le grès armoricain et le grès de May il existait, non pas seulement un niveau de minerai, mais cinq, ayant des épaisseurs variant entre $1^m,50$ et $2^m,80$, et donnant un total de 10^m à 12^m de puissance. Une coupe dirigée SN, partant du village de Saint-Ursin, situé à l'extrémité orientale de la forêt de La Motte, pour gagner Orgères, nous a fourni la preuve de l'existence de ces cinq couches. La première correspond à celle qui est exploitée à Larchamp, Halouze, La Ferrière-aux-Étangs, ainsi que dans tous les autres synclinaux siluriens normands; elle est séparée du grès armoricain par une épaisseur normale de 65^m de schistes; dans des schistes analogues, qui surmontent ce premier niveau, on trouve d'abord un groupe de deux autres couches de minerai, puis une assise gréseuse de 15^m à 20^m de puissance, et enfin deux nouvelles couches comprises dans des schistes qui, par leur faune, font encore partie de l'ensemble des schistes à *Calymene Tristani*; au delà commence le grès de May. Des travaux de recherches ont permis de constater l'existence de ces différents niveaux sur une longueur de 14^{km}. Aux deux extrémités du synclinal de Bagnoles-Monnaye, ces couches s'amincissent; de plus, le long de leur parcours, leur allure, en général si régulière, est altérée par des accidents correspondant aux vallées transversales des ruisseaux de la Ferté, de la Gourbe, de Cadin et du Tilleul, lesquels, profitant de failles avec rejets, et à direction sensiblement normale aux couches, se sont frayé, par déblayage, un passage au travers des bandes gréseuses; ces cassures transversales sont venues ainsi modifier l'hydrographie de cette région, dont les cours d'eau suivaient primitivement la direction des bandes schisteuses, endiguées entre le grès armoricain et le grès de May et ayant laissé des alluvions, témoins de leur première direction.

C'est à l'Ordovicien moyen qu'on doit rattacher tout cet ensemble de schistes au milieu desquels s'intercalent plusieurs couches de minerai de fer et une assise gréseuse; cette dernière représenterait les grès inférieurs de May (grès à *Homalonotus Vicaryi, serratus, Brongniarti*, etc.), les schistes qui les surmontent étant l'équivalent des schistes à *Trinucleus Bureaui*,

espèce qui est encore accompagnée de la faune à *C. Tristani,* peu modifiée dans son ensemble. Au-dessus apparaît l'Ordovicien supérieur, dont l'assise inférieure (= grès à Conulaires), très développée dans cette région, constitue une crête gréseuse, parallèle à celle du grès armoricain, et presque aussi saillante; elle suit la limite septentrionale des forêts de La Motte et de Magny, et, plus à l'Est, on la retrouve à l'Ermitage, à Cadin, à la Vannerie, etc. Ces subdivisions dans l'Ordovicien moyen existent d'ailleurs au nord de Domfront. Quant aux cinq couches de minerai de fer que nous avons reconnues à l'est de Bagnoles, elles ont été récemment rencontrées, tout au moins en partie, dans le synclinal de Domfront-Bagnoles. Rappelons également que M. Lecornu, en 1892, découvrit dans le synclinal de May-Feuguerolles, au sud de Caen, une couche de minerai indépendante de celle qui avoisine le grès armoricain, et intercalée dans les couches de la base du grès de May. Enfin, nous connaissons, dans la petite cuvette synclinale de Saint-Léonard-des-Bois, au sud-ouest d'Alençon, au-dessus du grès armoricain, l'existence de plusieurs couches de minerai de fer superposées. De même aussi, sur le flanc nord du bassin de Laval, dans les bois de Moncor, le long de la ligne sinueuse que dessinent les schistes ordoviciens ferrifères, entre Saint-Denis-d'Orques et Saint-Léger.

De ces faits, qui ne sont sans doute pas des cas isolés, il résulte qu'il y aurait lieu de chercher dans les autres synclinaux normands quelques-unes des couches dont nous avons constaté l'existence et dont nous avons indiqué la place stratigraphique.

M. O. Lannelongue fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Influences modificatrices de l'évolution tuberculeuse; Recherches expérimentales,* qu'il a publié en collaboration avec MM. Achard et Gaillard.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de lui présenter un Rapport sur le mode d'emploi des annuités offertes par le prince Roland Bonaparte.

Cette Commission, qui comprend comme membres de droit le Président en exercice et le prince Roland Bonaparte, doit être composée en outre de trois Membres de la division des Sciences mathématiques, trois Membres de la division des Sciences physiques et un Académicien libre.

MM. **Darboux**, **Deslandres**, **Bouquet de la Grye**, pour les Sciences mathématiques, **A. de Lapparent**, **Le Chatelier**, **Gautier**, pour les Sciences physiques, **Cailletet**, pour la Section des Académiciens libres, réunissent la majorité des suffrages.

En conséquence, la Commission est définitivement constituée.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Toute la Chimie minérale par l'Électricité*, par M. Jules Séverin.

2° Sven Hedin, *Scientific results of a journey in central Asia*, 1899-1902.

ASTRONOMIE. — *Recherches nouvelles sur les étoiles variables.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Poincaré.

L'étude photométrique des étoiles variables dites *à variation continue* n'a été réalisée jusqu'ici qu'en ce qui concerne leur lumière globale, les appareils en usage ne se prêtant pas à autre chose.

Le photomètre stellaire hétérochrome que j'ai décrit récemment (voir ce Volume, p. 267) m'a permis d'aborder séparément l'étude des courbes de lumière de ces étoiles, relatives aux diverses régions de leurs spectres. Je rappelle que cet appareil consiste, en principe, en une étoile artificielle d'éclat modifiable et mesurable à volonté, juxtaposée à l'étoile observée, et en une série d'écrans colorés particuliers, qui ne laissent passer simultanément des deux astres que les rayons compris entre des longueurs d'onde déterminées.

La méthode a été appliquée jusqu'ici plus particulièrement aux étoiles β Lyre et δ Céphée qui représentent les deux types extrêmes entre lesquels s'étagent toutes les formes de courbes des étoiles à variation continue.

On a été conduit ainsi à divers résultats nouveaux qui peuvent se résumer ainsi :

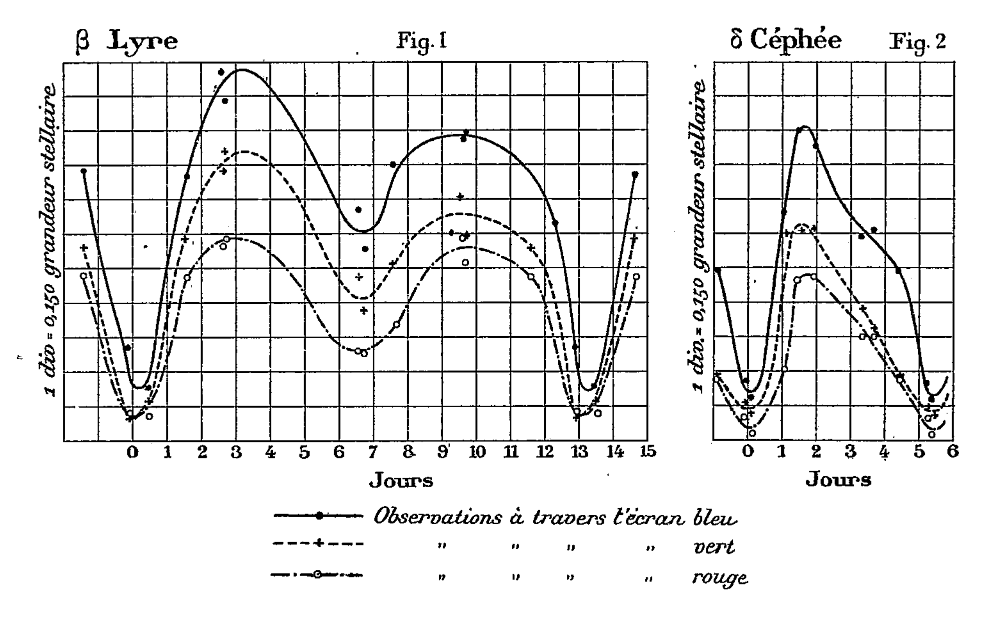
Recherches relatives à β Lyre. — On a employé comme étoile de comparaison suivant la méthode indiquée (voir ce Volume, p. 267) l'étoile fixe voisine γ Lyre. Les résultats, en ce qui concerne les points tropiques de la

variable, sont résumés dans le Tableau suivant :

Différences β — γ Lyre [exprimées en grandeurs stellaires (¹)].

	Écran rouge.	Écran vert.	Écran bleu.
Au minimum principal.....	— 0,70 gr	— 0,97 gr	— 1,36 gr
Au 1er maximum..........	+ 0,04	+ 0,03	+ 0,02
Au minimum secondaire...	— 0,45	— 0,61	— 0,68
Au 2e maximum..........	0,00	— 0,11	— 0,26

Les trois courbes de lumière déduites des mesures sont représentées dans la figure 1, où le résultat de chaque soirée d'observations est représenté par



un point pour chacune des trois portions considérées du spectre. On a ajouté des constantes aux ordonnées des courbes de manière à juxtaposer celles-ci.

De ces courbes et des mesures détaillées se dégagent les faits nouveaux suivants :

1° *L'amplitude de la variation lumineuse de β Lyre (différence entre le*

(¹) Rappelons que la différence de grandeur stellaire dg, entre deux étoiles d'éclats E et E′, est exprimée par la formule de Pogson

$$dg = 2,5 \log \frac{E'}{E}.$$

maximum et le minimum principaux) est très différente selon qu'on considère telle ou telle région du spectre; égale à 0gr,66 *pour le rouge, à* 0gr,94 *pour le vert, elle devient égale à* 1gr,34 *pour le bleu, c'est-à-dire deux fois plus grande que pour le rouge.*

2° *La courbe relative au bleu présente une dissymétrie notable des deux maxima, le premier étant d'environ* 0gr,3 *plus brillant que le deuxième; cette dissymétrie s'atténue dans la région verte et, pour le rouge, les deux maxima paraissent égaux.*

3° β *Lyre émet relativement une plus grande proportion de rayons rouges au minimum principal qu'au minimum secondaire.*

Recherches relatives à δ *Céphée.* — Les résultats des mesures sont figurés, comme pour β Lyre, dans le Tableau ci-dessous et les courbes de la figure 2. On a employé ζ Céphée comme étoile de comparaison.

Différences de δ — ζ *Céphée (en grandeurs stellaires).*

	Écran rouge.	Écran vert.	Écran bleu.
Au minimum..........	— 1gr,07	— 0gr,86	— 0gr,99
Au maximum..........	— 0gr,40	— 0gr,07	+ 0gr,17

On déduit des mesures les faits suivants :

1° *L'amplitude de la variation lumineuse de* δ *Céphée augmente notablement d'une extrémité à l'autre du spectre visible; de* 0gr,67 *pour le rouge, elle est de* 0gr,79 *dans le vert et de* 1gr,16 *dans le bleu* (¹).

2° *La forme même de la courbe de lumière paraît différente d'un bout à l'autre du spectre; la courbe relative au bleu présente, dans sa partie descendante, une inflexion très nette qu'on ne retrouve pas pour le rouge.*

(¹) Il convient de rappeler, à propos de δ Céphée, que M. Carl Wirtz a constaté que l'amplitude de sa variation déduite de mesures photographiques est de 1gr,2. D'autre part, l'amplitude de la courbe visuelle étant d'après Argelander et Schönfeld d'environ 0gr,5, il semblait s'ensuivre que l'amplitude pour les rayons photographiques était plus grande que pour les rayons visuels. Mais d'autre part Chandler et avec lui M. André et l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* assignent à ces derniers une amplitude de variation de 1gr,2, c'est-à-dire précisément égale à l'amplitude photographique de Wirtz. Il convient d'ailleurs de remarquer que tous ces auteurs ont employé pour leurs observations la méthode d'estimation *des degrés* qui n'est pas à proprement parler une méthode photométrique, d'où sans doute leurs divergences. Il importait, pour élucider la question, d'étudier photométriquement, avec le même appareil et par des mesures alternées faites simultanément dans diverses régions du spectre, la variation de δ Céphée. C'est précisément ce que j'ai fait.

3° *Pour δ Céphée, comme d'ailleurs pour β Lyre, les époques des maxima et minima concordent avec l'éphéméride de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes, *et cela pour les trois régions du spectre, dans les limites de la précision avec laquelle on peut déterminer ces époques, c'est-à-dire que, si ces courbes présentent un décalage, il est inférieur à* 3 *ou* 4 *heures.*

En résumé : *L'amplitude et la forme de la variation lumineuse de β Lyre et δ Céphée diffèrent notablement suivant qu'on considère telle ou telle région de leur spectre visible.*

β Lyre et δ Céphée sont considérées comme des systèmes binaires ou multiples. Les faits nouveaux exposés ci-dessus conduisent, relativement à la nature de ces systèmes, à diverses conclusions de nature à apporter quelque lumière sur leur constitution physique. Je me propose de les développer prochainement, voulant me borner aujourd'hui uniquement à l'énoncé des faits observés.

On sait d'ailleurs que β Lyre, notamment, a fait l'objet de travaux théoriques considérables. Il y aura lieu, semble-t-il, de reprendre, sur les bases nouvelles fournies par les résultats précédents, la détermination des éléments de ce système qu'on n'avait pu déduire auparavant que de sa courbe de lumière globale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une surface hyperelliptique du quatrième degré sur laquelle* 30 *droites sont tracées.* Note de M. E. **Traynard**, présentée par M. G. Humbert.

Je considère les fonctions thêta d'ordre huit, impaires, de caractéristique nulle, relatives au Tableau de périodes [1]

$$T_4 \left\{ \begin{array}{cccc} \dfrac{2i\pi}{4}, & 0, & a, & b, \\ 0, & 2i\pi, & b, & c. \end{array} \right.$$

Elles sont au nombre de 6 et s'annulent pour les 16 demi-périodes; si on leur donne l'une de celles-ci comme zéro triple, on obtient 4 fonctions linéairement distinctes. La surface obtenue en les prenant comme coordon-

[1] Voir ma Note : *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 339, et ma Thèse : *Annales de l'École Normale*, 1907.

nées homogènes d'un point est du quatrième degré; elle admet comme courbes unicursales singulières 15 droites et une cubique gauche; à certaines fonctions d'ordre quatre convenablement choisies correspondent 15 autres droites.

Ces 30 droites forment la configuration suivante : les 15 premières se partagent en un groupe de 3 que j'appelle les *droites* α et un groupe de 12 que j'appelle les *droites* β; les 15 autres se partagent de même en 3 droites α' et 12 droites β'. Chaque droite α rencontre les 3 droites α' et 8 droites β'; chaque droite β rencontre 2 droites α' et 6 droites β'. La relation est réciproque.

Les droites β et β' forment 16 groupes de 6 droites situées sur 16 quadriques qui coupent en outre la surface suivant la même conique. Leurs 72 points d'intersection se trouvent 6 par 6 sur 48 coniques; ils forment 36 paires, par chaque paire passent 4 coniques. J'ai démontré que cette configuration dépend de huit paramètres.

L'ensemble des 30 droites forme 18 groupes de 8 droites situées sur autant de quadriques. J'ai démontré que cette configuration dépend de quatre paramètres. En exprimant que les droites ainsi déterminées sont sur une surface du quatrième degré, on obtient une relation entre les paramètres, et en même temps l'équation suivante pour la surface :

$$
\begin{aligned}
&(A-B)(1-C)\,x^2(xy+zt-2yz-2yt)\\
&+(A-C)(1-B)y^2(xy+zt-2xz-2xt)\\
&+(A-B)(A-C)\,z^2(xy+zt-2xt-2yt)\\
&+A(1-B)(1-C)\,t^2(xy+zt-2xz-2yz)\\
&+2(A-B-C+BC)(x^2y^2+Az^2t^2)+4(A-AB-AC+BC)\,xyzt=0.
\end{aligned}
$$

Par suite : *La surface du quatrième degré sur laquelle sont tracées 30 droites formant la configuration expliquée ci-dessus est hyperelliptique.*

ÉLASTICITÉ. — *Sur les problèmes d'élasticité à deux dimensions.* Note de M. G. **Kolossoff**, présentée par M. Appell.

Soient N_1 et N_2 les efforts normaux sur les éléments perpendiculaires à deux axes rectangulaires Ox, Oy, et T les efforts tangentiels. D'après le théorème de M. Maurice Levy (*Comptes rendus*, t. CXXVI, n° 18) pour l'équilibre d'élasticité dans les problèmes à deux dimensions, on a à satisfaire

aux trois équations [1]

$$\frac{\partial N_1}{\partial x}+\frac{\partial T}{\partial y}=0,\qquad \frac{\partial N_2}{\partial y}+\frac{\partial T}{\partial x}=0,\qquad \Delta_2(N_1+N_2)=0 \tag{1}$$

et, en outre, aux conditions à la frontière.

Les équations (1) peuvent être écrites

$$\left\{\begin{aligned}\frac{\partial 2T}{\partial y}+\frac{\partial(N_1-N_2)}{\partial x}&=-\frac{\partial(N_1+N_2)}{\partial x}\\ \frac{\partial 2T}{\partial x}-\frac{\partial(N_1-N_2)}{\partial y}&=-\frac{\partial(N_1+N_2)}{\partial y}\end{aligned}\right.\qquad [\Delta_2(N_1+N_2)=0]. \tag{2}$$

Pour satisfaire à (2) il faut et il suffit

$$\left\{\begin{aligned}2T&=\alpha\frac{\partial(N_1+N_2)}{\partial y}-\beta\frac{\partial(N_1+N_2)}{\partial x}+\varphi,\\ N_1-N_2&=\beta\frac{\partial(N_1+N_2)}{\partial y}+\alpha\frac{\partial(N_1+N_2)}{\partial x}+\psi,\end{aligned}\right. \tag{3}$$

où α et β satisfont aux équations auxiliaires

$$\frac{\partial\alpha}{\partial x}-\frac{\partial\beta}{\partial y}=-1,\qquad \frac{\partial\alpha}{\partial y}+\frac{\partial\beta}{\partial x}=0, \tag{4}$$

et $\varphi+\psi i=F(z)$ est une fonction de la variable complexe $x+yi$ [2], qui est tout à fait arbitraire.

Pour α et β on n'a besoin que d'une solution particulière de (4); prenons, par exemple,

$$\alpha=-x,\qquad \beta=0 \tag{5}$$

ou

$$\alpha=0,\qquad \beta=y. \tag{6}$$

En prenant pour N_1+N_2 une fonction harmonique et pour F une fonc-

---

(1) Nous supposons l'absence des forces extérieures; les cas où ces forces dérivent d'une fonction de force peuvent être traités d'une manière analogue.

(2) φ et ψ sont des fonctions conjuguées et

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x}=\frac{\partial\psi}{\partial y},\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial y}=-\frac{\partial\psi}{\partial x}.$$

tion de variable complexe quelconque, nous trouverons, au moyen de (3), une infinité de solutions des équations (1).

Exemples :

1° Posons

$$N_1 + N_2 = \sum (A_m e^{my} + A_{-m} e^{-my}) \cos mx,$$

$$\varphi = \sum (B_m e^{my} + B_{-m} e^{-my}) \sin mx,$$

$$\psi = \sum (B_m e^{my} - B_{-m} e^{-my}) \cos mx$$

et prenons pour α et β les valeurs de (5), nous trouverons la solution de M. Ribière [(*Comptes rendus*, t. CXXVI, n° 5 (1)].

2° Posons

$$N_1 + N_2 = A_m \Phi_m + A_{1m} \Phi_{1m},$$

$$\varphi = B_m \Phi_m + B_{1m} \Phi_{1m},$$

$$\psi = B_m \Phi_{1m} - B_{1m} \Phi_m$$

où Φ_m et Φ_{1m} sont deux polynomes harmoniques de degré m tels que

$$\Phi_m + i\Phi_{1m} = (x + iy)^m,$$

nous trouverons la solution de M. Mesnager [(*Comptes rendus*, t. CXXXII, n° 24 (2)].

La théorie s'étend aux coordonnées curvilignes. Soient r et θ les coordonnées polaires; en introduisant les nouvelles variables $\log r = \xi$ et θ, nous pouvons écrire les équations d'équilibre sous la forme (3)

$$(7) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial\xi}(2Tr^2) - \dfrac{\partial}{\partial\theta}(R - \Phi)r^2 = -r^2 \dfrac{\partial(R + \Phi)}{\partial\theta} \\ \dfrac{\partial}{\partial\theta}(2Tr^2) + \dfrac{\partial}{\partial\xi}(R - \Phi)r^2 = -r^2 \dfrac{\partial(R + \Phi)}{\partial\xi} \end{cases} \quad [\Delta_2(R + \Phi) = 0].$$

(1) $A_m = 4ma_2, \quad A_{-m} = -4mb_2,$
$B_m = 2(a_2 - 2a_1)m, \quad B_{-m} = 2(b_2 - 2b_1)m.$

(2) $A_m = a + a'', \quad A_{1m} = a' + a''',$
$B_m = m(a' + a''') - 2a''', \quad B_{1m} = (1 - m)a'' - (1 + m)a.$

(3) Nous acceptons les notations de M. Ribière (*Comptes rendus*, t. CVIII, n° 11, et t. CXXXII, n° 6) et de M. Belzecki (*Comptes rendus*, t. CXL, n° 15).

Pour satisfaire à (7), il faut et il suffit de poser

$$2Tr^2 = \alpha\frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\theta} - \beta\frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\xi} + \varphi,$$

$$(R-\Phi)r^2 = \beta\frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\theta} + \alpha\frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\xi} + \psi,$$

où

$$\frac{\partial\alpha}{\partial\xi} - \frac{\partial\beta}{\partial\theta} = -r^2 = -e^{2\xi}, \qquad \frac{\partial\alpha}{\partial\theta} + \frac{\partial\beta}{\partial\xi} = 0,$$

$$\varphi + i\psi = F(\zeta), \qquad z = \xi + \theta i.$$

Nous pouvons prendre

$$\alpha = -\frac{1}{2}e^{2\xi} = -\frac{r^2}{2}, \qquad \beta = 0.$$

Exemples. — Posons

$$N_1 + N_2 = \sum(A_m r^m + A_{-m} r^{-m})\cos m\theta, \qquad \varphi = \sum(B_m r^m + B_{-m} r^{-m})\sin m\theta,$$

$$\psi = \sum(-B_m r^m + B_{-m} r^{-m})\cos m\theta;$$

nous trouverons la solution de M. Ribière (*loc. cit.*) et, en ajoutant à $N_1 + N_2$ les membres $C_1 \log r + C_2$, la solution de M. Belzecki (*loc. cit.*).

Nous donnerons un grand nombre d'autres exemples dans un Mémoire russe qui paraîtra vers la fin de 1908, et nous nous bornons ici aux remarques suivantes à propos de la méthode exposée :

1° Elle donne lieu à l'emploi de la représentation conforme analogue à la méthode Helmholtz-Kirchhoff pour la détermination de la forme d'un jet fluide libre. En introduisant la fonction de la variable complexe $\varphi(z)$, dont la partie réelle est $N_1 + N_2$, nous déduirons des équations (3)

$$2T + i(N_1 - N_2) = (\alpha + i\beta)\frac{d\varphi(z)}{dz} + F(z).$$

2° Elle donne lieu à plusieurs transformations des solutions analogues à l'*inversion* de M. Michell [1].

---

[1] *Proceedings of the London mathematical Society*, t. XXXIV.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Cas de réduction des équations différentielles de la trajectoire d'un corpuscule électrisé dans un champ magnétique.* Note de M. CARL STÖRMER.

Dans une Note précédente (p. 462) nous avons donné les équations différentielles de la trajectoire en coordonnées curvilignes quelconques q_1, q_2, q_3 et indiqué des cas de réduction.

Supposons maintenant que les surfaces $q_1 = \text{const.}$, $q_2 = \text{const.}$, $q_3 = \text{const.}$ forment un système triple orthogonal, et soit

$$dS^2 = A^2\,dq_1^2 + B^2\,dq_2^2 + C^2\,dq_3^2$$

le carré de l'élément linéaire de l'espace; on a donc dans ce cas

$$m_{11} = A^2, \qquad m_{22} = B^2, \qquad m_{33} = C^2, \qquad m_{ik} = 0 \qquad (i \lessgtr k),$$

d'où

$$\Delta = A^2B^2C^2, \qquad M_{11} = \frac{1}{A^2}, \qquad M_{22} = \frac{1}{B^2}, \qquad M_{33} = \frac{1}{C^2}, \qquad M_{ik} = 0 \qquad (i \lessgtr k).$$

Les équations de la trajectoire se réduisent donc à

$$(1') \qquad \left\{\begin{aligned} \lambda\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_1}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_1}\right] &= \frac{AB}{C}\frac{\partial V}{\partial q_3}q'_2 - \frac{CA}{B}\frac{\partial V}{\partial q_2}q'_3, \\ \lambda\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_2}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_2}\right] &= \frac{BC}{A}\frac{\partial V}{\partial q_1}q'_3 - \frac{AB}{C}\frac{\partial V}{\partial q_3}q'_1, \\ \lambda\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_3}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_3}\right] &= \frac{CA}{B}\frac{\partial V}{\partial q_2}q'_1 - \frac{BC}{A}\frac{\partial V}{\partial q_1}q'_2, \end{aligned}\right.$$

où $\lambda = \pm H_0\rho_0$ et où

$$2T = A^2q_1'^2 + B^2q_2'^2 + C^2q_3'^2.$$

Supposons en particulier que A, B, C *et le potentiel* V *sont fonctions de* q_2 *et* q_3 *seuls;* alors la condition (IV) de la Note précédente sera satisfaite et l'équation (III) donnera

$$Aq'_1 = \frac{\Phi + C}{\lambda A};$$

comme l'arc s est la variable indépendante, on a

$$A^2q_1'^2 + B^2q_2'^2 + C^2q_3'^2 = 1.$$

En substituant ici la valeur de Aq'_1 et en posant pour abréger

$$B^2 q_2'^2 + C^2 q_3'^2 = 2T_1, \qquad 1 - \left(\frac{\Phi + C}{\lambda A}\right)^2 = 2U,$$

cette équation et les deux dernières équations (I') peuvent être écrites de la manière suivante :

$$\text{(V)} \qquad \begin{cases} \dfrac{d}{ds}\left(\dfrac{\partial T_1}{\partial q'_2}\right) - \dfrac{\partial T_1}{\partial q_2} = \dfrac{\partial U}{\partial q_2}, \\ \dfrac{d}{ds}\left(\dfrac{\partial T_1}{\partial q'_3}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial q_3} = \dfrac{\partial U}{\partial q_3}, \\ T_1 = U, \end{cases}$$

système qui admet une interprétation mécanique très simple; en effet, ce sont les équations de mouvement d'un point matériel de masse 1, se mouvant dans un plan sous l'action d'une force dérivant de la fonction de force U, s étant alors supposé représenter le temps. On peut donc appliquer à ce système une série de résultats connus, ce qui donne des résultats correspondants pour les trajectoires dans l'espace; en particulier, comme 2U est $\overline{\gtrless} 0$ et $\overline{\lessgtr} 1$, on aura

$$\text{(VI)} \qquad -1 \overline{\lessgtr} \frac{\Phi + C}{\lambda A} \overline{\lessgtr} 1,$$

ce qui définit, pour chaque valeur de la constante C, les parties de l'espace en dehors desquelles les trajectoires ne peuvent sortir. Dans mon Mémoire complet, j'ai fait voir quels renseignements utiles on peut tirer de l'étude de ces espaces dans le cas où le champ magnétique est dû à un aimant élémentaire.

Comme cas particuliers des équations (I) on a le cas où q_1, q_2 et q_3 sont des coordonnées cartésiennes ordinaires et le cas où ils sont des coordonnées polaires dans l'espace.

RAYONNEMENT ÉLECTRIQUE. — *Accroissements de sensibilité des révélateurs électrolytiques sous diverses influences.* Note de M. **Édouard Branly.**

J'ai insisté en 1891 sur des analogies entre la conductibilité intermittente des radioconducteurs et les phénomènes électrolytiques et magnétiques; la forme des révélateurs électrolytiques permet aussi de les assimiler à des radioconducteurs : d'une part, par la couche gazeuse extrêmement mince

qui sépare l'électrode du liquide; d'autre part, par la pointe très fine qui est exigée pour une sensibilité suffisante.

Ces aperçus m'ont conduit à rechercher sur un électrolytique l'action de circonstances qui influent sur le fonctionnement d'un radioconducteur. Le peu de précision des comparaisons téléphoniques ne m'a pas permis d'aller bien loin encore dans mon étude; toutefois, la récente Communication de M. Abraham (¹) m'engage à faire connaître quelques-uns de mes premiers résultats.

Ces résultats se rapportent à des accroissements de sensibilité d'un électrolytique par trois causes : élévation de température, agitation par translation mécanique, dégagement gazeux dans l'électrolyte.

Les expériences ont été faites dans mon laboratoire. Le transmetteur et le récepteur étaient distants de 30^{m} environ en ligne droite; ils étaient installés dans deux salles séparées par quatre murs. L'étincelle de transmission, émise entre les deux boules d'un excitateur, avait une longueur de 2^{mm}, elle était fournie par une petite bobine d'induction à rupteur animée par 4 volts; l'étincelle était renforcée par la liaison de l'une des boules de l'excitateur à une plaque de zinc de 1^{m^2} de surface et par la réunion de l'autre boule à une antenne verticale de $2^{m},50$.

Le circuit récepteur comprenait un élément de pile, un électrolytique et un téléphone; une antenne de hauteur variable était annexée à ce circuit. La longueur de l'antenne réceptrice était raccourcie à volonté (de $2^{m},50$ à 0) de façon à réduire s'il y avait lieu le son téléphonique avant l'accroissement, ce qui permettait d'apprécier plus aisément cet accroissement.

Par le jeu d'une roue interruptrice mise en mouvement par un moteur et entaillée sur son pourtour de dents larges ou étroites et convenablement espacées, les étincelles se succédaient au poste de transmission de manière à composer, suivant l'alphabet Morse, automatiquement et dans des conditions invariables, une phrase qui se répétait à chaque tour.

Diverses précautions étaient prises pour éviter des illusions auditives qui auraient pu être entraînées par l'attente d'un résultat prévu.

Élévation de température. — Les premiers essais remontent au mois de mai 1907; ils ont été faits avec des électrolytiques à électrode positive de $\frac{1}{100}$ de millimètre de diamètre, construits par M. Gendron; ils présentent une tubulure pour chacune des électrodes et une troisième tubulure centrale ouverte. Ils étaient traversés par le courant d'un accumulateur. On les chauffait dans un bain d'eau jusqu'à 80°. A 30°, le

(¹) *Comptes rendus*, séance du 24 février 1908.

son téléphonique manifestait une augmentation déjà très appréciable; l'intensité continuait à croître, elle paraissait maximum vers 60° et décroissait légèrement jusqu'à 80°. Après plusieurs chauffages, les électrolytiques avaient perdu une grande partie de leur sensibilité. Repris après 6 mois, ils ont été trouvés de nouveau très sensibles.

En août et en octobre 1907, des accroissements de sensibilité par élévation de température ont été constatés de même, très nettement et constamment, avec des électrolytiques du modèle de M. le Capitaine Ferrié, à pointe positive de $\frac{1}{100}$ de millimètre, fournis par divers constructeurs. Dans tous ces essais, l'intensité du son téléphonique augmentait dans une proportion qui était reconnue importante par l'observateur le moins exercé.

Agitation par translation mécanique. — En mai 1907, des modes d'agitation très variés ont été tentés avec des succès différents. J'ai trouvé que le mieux était de secouer l'électrolytique en masse. Je me suis arrêté au dispositif suivant. Un fort mouvement d'horlogerie déplace dans une glissière, rectilignement sur un parcours de 1^{cm} à 2^{cm}, un électrolytique fixé sur un chariot horizontal; il y a deux mouvements de va-et-vient par seconde. Le bruit du mécanisme est intercepté par un mur. Tantôt le mouvement d'horlogerie était déclenché par un aide; l'observateur signale alors à haute voix les accroissements perçus au téléphone; le renforcement débutait avec la mise en train. Tantôt l'opérateur déterminait lui-même le déclenchement de loin par un électro-aimant.

L'intensité du son téléphonique a toujours augmenté par l'agitation; l'augmentation dure tant que l'on continue l'agitation, elle s'accentue même, et, si l'agitation a été maintenue pendant quelques minutes, l'augmentation persiste pendant un temps assez long.

Dégagement gazeux. — C'est en faisant barboter un gaz dans l'électrolyte que le renforcement le plus considérable a été obtenu. On a employé les électrolytiques à trois tubulures. Dans la tubulure centrale ouverte est engagé un tube fin qui amène le gaz au sein du liquide. J'ai expérimenté avec différents gaz contenus dans des réservoirs sous une pression de 4^{atm} à 5^{atm}; l'écoulement était réglé par un robinet à pointeau d'après la rapidité de la production des bulles gazeuses. L'accroissement du son téléphonique s'observe sans retard dès que l'écoulement du gaz commence, il persiste souvent très longtemps après que le barbotage a cessé. Si, après avoir arrêté le dégagement du gaz, une diminution du son a eu lieu, un nouveau dégagement détermine un nouveau renforcement.

Le résultat est le même avec un dégagement gazeux produit en faisant pénétrer deux gros fils de platine dans l'électrolyte. On dirige par ces deux fils un courant électrique spécial qui décompose l'eau acidulée.

Les effets d'agitation s'observent plus nettement que les effets d'élévation de température, car dans le cas de l'agitation, l'action est brusque et vive au lieu de croître progressivement et lentement; l'oreille n'a pas à faire appel au souvenir d'une impression antérieure. L'accroissement de sensibilité avait d'abord lieu avec le courant d'un accumulateur, la force électro-

motrice de la pile du circuit récepteur peut être diminuée jusqu'à la force électromotrice d'un élément Leclanché et même d'un élément Daniell.

Ces différents effets ont été constatés avec des électrolytiques dont la pointe positive avait $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre.

J'ajoute une observation que j'ai faite il y a longtemps déjà. L'intensité du son au téléphone, pour une transmission donnée, est très notablement accrue, indépendamment de toute élévation de température ou de toute agitation, quand on introduit dans le circuit récepteur deux électrolytiques en série au lieu d'un seul. On augmente en même temps le voltage de la pile du circuit.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie du mouvement brownien.* Note de M. **P. Langevin**, présentée par M. Mascart.

I. Le très grand intérêt théorique présenté par les phénomènes de mouvement brownien a été signalé par M. Gouy [1] : on doit à ce physicien d'avoir formulé nettement l'hypothèse qui voit dans ce mouvement continuel des particules en suspension dans un fluide un écho de l'agitation thermique moléculaire, et de l'avoir justifiée expérimentalement, au moins de manière qualitative, en montrant la parfaite permanence du mouvement brownien et son indifférence aux actions extérieures lorsque celles-ci ne modifient pas la température du milieu.

Une vérification quantitative de la théorie a été rendue possible par M. Einstein [2], qui a donné récemment une formule permettant de prévoir quel est, au bout d'un temps donné τ, le carré moyen $\overline{\Delta_x^2}$ du déplacement Δ_x d'une particule sphérique dans une direction donnée x par suite du mouvement brownien dans un liquide, en fonction du rayon a de la particule, de la viscosité μ du liquide et de la température absolue T. Cette formule est

$$\overline{\Delta_x^2} = \frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi\mu a}\tau, \tag{1}$$

où R est la constante des gaz parfaits relative à une molécule-gramme et N

(1) Gouy, *Journ. de Phys.*, 2e série, t. VII, 1888, p. 561; *Comptes rendus*, t. CIX, 1889, p. 102.

(2) A. Einstein, *Ann. d. Physik*, 4e série, t. XVII, 1905, p. 549; *Ann. d. Physik*, 4e série, t. XIX, 1906, p. 371.

le nombre de molécules dans une molécule-gramme, nombre bien connu aujourd'hui et voisin de 8×10^{23}.

M. Smoluchowski [1] a tenté d'aborder le même problème par une méthode plus directe que celles employées par M. Einstein dans les deux démonstrations qu'il a données successivement de sa formule, et a obtenu pour $\overline{\Delta_x^2}$ une expression de même forme que (1), mais qui en diffère par le coefficient $\frac{64}{27}$.

II. J'ai pu constater tout d'abord qu'une application correcte de la méthode de M. Smoluchowski conduit à retrouver la formule de M. Einstein *exactement* et, de plus, qu'il est facile de donner, par une méthode toute différente, une démonstration infiniment plus simple.

Le point de départ est toujours le même : le théorème d'équipartition de l'énergie cinétique entre les divers degrés de liberté d'un système en équilibre thermique exige qu'une particule en suspension dans un fluide quelconque possède, dans la direction x, une énergie cinétique moyenne $\frac{RT}{2N}$ égale à celle d'une molécule gazeuse de nature quelconque, dans une direction donnée, à la même température. Si $\xi = \frac{dx}{dt}$ est la vitesse à un instant donné de la particule dans la direction considérée, on a donc pour la moyenne étendue à un grand nombre de particules identiques de masse m

$$m\overline{\xi^2} = \frac{RT}{N}. \tag{2}$$

Une particule comme celle que nous considérons, grande par rapport à la distance moyenne des molécules du liquide, et se mouvant par rapport à celui-ci avec la vitesse ξ subit une résistance visqueuse égale à $-6\pi\mu a\xi$ d'après la formule de Stokes. En réalité, cette valeur n'est qu'une moyenne, et en raison de l'irrégularité des chocs des molécules environnantes, l'action du fluide sur la particule oscille autour de la valeur précédente, de sorte que l'équation du mouvement est, dans la direction x,

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -6\pi\mu a\frac{dx}{dt} + X. \tag{3}$$

Sur la force complémentaire X nous savons qu'elle est indifféremment positive et négative, et sa grandeur est telle qu'elle maintient l'agitation de la particule que, sans elle, la résistance visqueuse finirait par arrêter.

L'équation (3), multipliée par x, peut s'écrire

$$\frac{m}{2}\frac{d^2x^2}{dt^2} - m\xi^2 = -3\pi\mu a\frac{dx^2}{dt} + Xx. \tag{4}$$

---

[1] M. von Smoluchowski, *Ann. d. Physik*, 4e série, t. XXI, 1906, p. 756.

Si nous considérons un grand nombre de particules identiques et prenons la moyenne des équations (4) écrites pour chacune d'elles, la valeur moyenne du terme $X x$ est évidemment nulle à cause de l'irrégularité des actions complémentaires X, et il vient, en posant $z = \frac{d\overline{x^2}}{dt}$,

$$\frac{m}{2}\frac{dz}{dt} + 3\pi\mu a z = \frac{RT}{N}.$$

La solution générale

$$z = \frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi\mu a} + C e^{-\frac{6\pi\mu a}{m}t}$$

prend la valeur constante du premier terme en *régime permanent* au bout d'un temps de l'ordre $\frac{m}{6\pi\mu a}$ ou 10^{-8} seconde environ pour les particules sur lesquelles le mouvement brownien est observable.

On a donc, en régime permanent d'agitation,

$$\frac{d\overline{x^2}}{dt} = \frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi\mu a},$$

d'où, pour un intervalle de temps τ,

$$\overline{x^2} - \overline{x_0^2} = \frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi\mu a}\tau.$$

Le déplacement Δ_x d'une particule est donné par

$$x = x_0 + \Delta_x,$$

et, comme ces déplacements sont indifféremment positifs et négatifs,

$$\overline{\Delta_x^2} = \overline{x^2} - \overline{x_0^2} = \frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi\mu a}\tau;$$

d'où la formule (1).

III. Un premier essai de vérification expérimentale vient d'être fait par M. T. Svedberg [1], dont les résultats ne s'écartent de ceux fournis par la formule (1) que dans le rapport de 1 à 4 environ et s'approchent davantage de ceux calculés par la formule de M. Smoluchowski.

Les deux démonstrations nouvelles que j'ai obtenues de la formule de M. Einstein, en suivant pour l'une d'elles la marche amorcée par M. Smoluchowski, me paraissent écarter définitivement la modification proposée par ce dernier.

(1) T. Svedberg, *Studien zur Lehre von den kolloïden Lösungen*. Upsala, 1907.

D'ailleurs, le fait que M. Svedberg ne mesure pas réellement la quantité $\overline{\Delta_x^2}$ qui figure dans la formule et l'incertitude sur le diamètre réel des granules ultramicroscopiques qu'il a observés appellent de nouvelles mesures faites de préférence sur des granules microscopiques de dimensions plus faciles à connaître exactement, et pour lesquels l'application de la formule de Stokes, qui néglige les effets d'inertie du liquide, est certainement plus légitime.

ACOUSTIQUE. — *Flammes sonores renforçant plusieurs sons.* Note de M. **G. Athanasiadis**, présentée par M. Lippmann.

Tubes à flammes à deux sons. — I. L'harmonica chimique peut donner en même temps deux ou plusieurs sons à cause de la coexistence de différents mouvements vibratoires de la flamme. Pour cela, nous introduisons une flamme manométrique dans un tube de verre et, en réglant la hauteur de la flamme et la longueur du tube de verre, nous pouvons entendre ensemble le son propre de la flamme (qui est de la même hauteur que celui du tuyau) et le son de l'harmonica chimique.

Pour y arriver, la flamme rendant le son du tuyau, il faut abaisser le tube de la flamme jusqu'au moment où le son de l'harmonica commence à se produire. Nous réglons alors la hauteur de la flamme de manière à faire coexister les deux sons et nous pouvons changer à volonté leurs intensités relatives.

La coexistence des deux sons ainsi que l'intensité relative peuvent être montrées par le miroir tournant et surtout avec une flamme d'acétylène, avec laquelle les images obtenues sont bien distinctes [1]. L'expérience réussit avec une flamme de gaz, mais mieux encore avec une flamme d'hydrogène ou d'acétylène. (Dans un tube de longueur 86^{cm} et $3^{cm},4$ de diamètre, qui donne le son sol_2, nous faisons entrer une flamme d'acétylène, produisant le son sol_3 du tuyau sonore.)

Il est possible de faire coexister trois ou plusieurs sons. Il suffit pour cela de donner à la flamme simultanément les vibrations qui proviennent des capsules manométriques de deux ou de plusieurs tuyaux sonores.

II. Si l'on souffle un courant d'air ou d'un autre gaz (oxygène ou acide carbonique) par un second tube de verre dont l'orifice (d'un diamètre de 1^{mm}-2^{mm}) est situé plus bas que l'orifice du tube de la flamme, le son de l'harmonica s'éteint, mais il se reproduit quand nous interrompons le cou-

---

[1] Les images des flammes peuvent être projetées sur un écran au moyen d'une lentille et d'un miroir tournant ou d'un miroir concave oscillant.

rant d'air ou de gaz par le second tube. L'extinction du son se fait très vite quand le courant est plus fort. Avec un courant d'oxygène la flamme devient plus courte et plus lumineuse. L'expérience réussit avec des flammes d'hydrogène, de gaz ou d'acétylène.

Le son aussi s'éteint si nous conduisons le courant d'air d'en haut par un tube recourbé, mais le son tarde de renaître après l'interruption du courant d'air et surtout quand on met plus bas l'orifice du tube.

L'extinction du son est évidemment attribuée à la perturbation de la flamme vibrante et par conséquent à la perturbation du mouvement d'air dans le grand tube de l'harmonica.

III. Ce fait peut être utilisé pour construire une sorte *d'orgue* comme le *pyrophone* du Kastner [1]. Nous prenons plusieurs tubes à flammes de différentes longueurs donnant les sons de la gamme et nous plaçons dans chaque tuyau un autre tube étroit conduisant le courant d'air qui provient d'une soufflerie portant des touches. Le nombre de touches est égal au nombre des tubes à flammes. Comme nous l'avons déjà remarqué, les tubes parlent seulement quand on interrompt le courant d'air, tandis qu'ils restent muets dès que le courant d'air passe par les tubes étroits.

PHYSIQUE. — *Sur un dispositif spectrophotométrique.* Note de M. **J. Thovert**, présentée par M. J. Violle.

On sait combien est avantageuse en Spectrophotométrie, au point de vue de la rigueur des observations, la disposition des éclairements à comparer sur deux plages étendues juxtaposées, de *coloration uniforme* pouvant être précisée jusqu'à la limite de résolution du spectroscope. Dans le spectrophotomètre de Gouy cette disposition est réalisée par l'emploi de deux collimateurs éclairant chacun la moitié du champ d'observation de la lunette.

Le dispositif indiqué ici a pour but de réaliser la même apparence, avec des organes simples, de réglage facile, s'adaptant à un spectroscope quelconque pourvu d'un prisme de comparaison pour l'éclairage simultané de deux portions contiguës de la fente par deux sources différentes.

On limite d'abord le champ d'éclairement en plaçant sur la lentille collimatrice un diaphragme d'ouverture rectangulaire dont l'étendue peut être ajustée : le champ, ainsi limité, est éclairé entièrement par les deux faisceaux à comparer superposés. On interpose ensuite, dans le plan focal de la lunette d'observation, une fente de largeur variable, recouverte sur la moitié de sa hauteur par un prisme d'angle faible qui

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, 1873, p. 699.

sépare les deux faisceaux éclairants. En plaçant l'œil contre cette fente, le champ apparaît sous forme de deux plages de même coloration qu'on peut juxtaposer exactement par un réglage convenable de l'étendue du premier diaphragme.

L'observation de ces plages est facilitée par un système oculaire formant viseur, à travers la fente, sur le diaphragme même.

On obtient alors, en arrière de ce système, la concentration des faisceaux éclairants dans une région de l'espace (anneau oculaire) dégagée de tout agencement, de sorte que l'œil peut s'y placer commodément pour utiliser au maximum l'ouverture de la pupille (qui doit, dans tous les cas, englober la totalité des faisceaux à comparer).

En plus des pertes par absorption et réflexion, ce système oculaire additionnel fera perdre sur l'éclairement des plages à comparer en proportion même du grossissement qui le caractérisera; c'est une circonstance dont il importe de tenir compte lorsque l'éclairement est faible. Même en usant directement de la fente comme oculaire, l'éclairement avec le dispositif décrit ici n'est que la moitié de celui fourni par le système à double collimateur de Gouy.

A cette occasion, il n'est pas sans intérêt de remarquer que, dans la spectrophotométrie d'absorption ou de sources faiblement lumineuses, la définition de la coloration est surtout limitée par la nécessité d'un éclairement minimum entraînant une certaine ouverture de la fente objective; si l'on tient compte du fait que l'éclairement dans le champ varie en raison inverse du carré de la longueur focale des lunettes du spectroscope, tandis qu'à dispersion égale la puissance de résolution est proportionnelle à cette distance, on sera conduit à employer les dispositifs du genre décrit ci-dessus, lorsque l'éclairement est faible, avec des lunettes de la plus courte longueur possible. On peut noter, à titre d'exemple, que des objectifs de 50^{mm} de longueur focale, suffisants pour résoudre avec une dispersion moyenne les variations de longueur d'onde de $1^{\mu\mu}$, donneraient un éclairement du champ cinq à six fois plus fort que celui des instruments usuels, dans les mêmes conditions de définition.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Action des sels alcalins à base fixe sur la combustion des gaz et des poussières combustibles.* Note de M. **Dautriche**, présentée par M. Vieille.

On a récemment proposé ([1]) de supprimer les flammes à la bouche des armes en ajoutant aux poudres sans fumée certaines matières étrangères (vaseline, bicarbonates alcalins, savons alcalins et alcalino-terreux, résinates de soude, de baryte et d'alumine). Mais le problème n'a pas reçu de solution générale; l'efficacité des produits

([1]) Brevet français n° 364413 et addition n° 7749.

ajoutés n'a pas été suffisamment démontrée et, comme le montrent nos essais, à côté de matières réellement utiles telles que des sels de potasse ou de soude, on en a préconisé d'autres qui, comme les sels alcalino-terreux, n'ont qu'une action secondaire.

Les mêmes observations s'appliquent à certains explosifs pour mines grisouteuses, qu'on emploie en Belgique et en Allemagne et qui contiennent des nitrates de potasse, de soude ou de baryte et du bichromate de potasse. D'ailleurs, on ne trouve dans la littérature scientifique aucune justification de l'emploi de ces sels. On a étudié, il est vrai, la sécurité des explosifs de sûreté par la mesure de la longueur et de la durée de leurs flammes; mais cette méthode paraît délicate et peu précise, et son auteur ne parle pas de l'action des sels ajoutés (1).

Ces problèmes balistiques ou miniers se ramènent à l'étude de la combustion de l'hydrogène, du carbone et de l'oxyde de carbone produits par la combustion des poudres ou la détonation des explosifs. Nous avons déterminé la proportion de gaz comburés en faisant détoner les cartouches explosives dans une chaudière pleine d'air et mesurant les quantités de chaleur dégagées. Nous avons pu ainsi étudier le degré d'efficacité de différentes matières ajoutées aux explosifs.

Le mode opératoire que nous avons employé a été imaginé, en 1888, par la Commission des Substances explosives avec la collaboration de MM. Mallard et Le Chatelier (2). On fait détoner 30g d'explosif dans une chaudière close de 10$^{m^3}$; de la pression obtenue, corrigée du refroidissement, on déduit la quantité de chaleur dégagée connaissant le poids, la chaleur spécifique et le coefficient de dilatation de l'air contenu dans la chaudière. Le Tableau suivant donne les résultats obtenus du 8 au 27 février 1908; les chiffres indiqués se rapportent à 100g d'explosif.

a. Coton-poudre décanitrique.

Désignation de l'explosif.	Chaleur trouvée.	Chaleur calculée.	
Seul	184 Cal	Ce coton-poudre dégage :	
A 0,5 pour 100 de CO^3HNa	146		
A 1 pour 100 »	88	Par détonation	96 Cal environ
A 2 pour 100 »	89	Par détonation avec combustion totale	210 »
A 2 pour 100 de NO^3K	88		
A 3 pour 100 de SO^4K^2	79	Par détonation avec combustion de H^2	153 »
A 2 pour 100 de CO^3Ca	152		
A 4 pour 100 de CO^3Mg	152		
A 10 pour 100 »	140		
A 3 pour 100 de N^2O^6Pb	140		

(1) *Les nouvelles expériences de M. C.-E. Bichel* (*Annales des Mines de Belgique*, t. VII).

(2) *Emploi des explosifs en présence du grisou : Rapport de M. Mallard* (*Mémorial des Poudres et Salpêtres*, t. II).

b. Coton-poudre ennéanitrique.

Désignation de l'explosif.	Chaleur trouvée.	Chaleur calculée.	
Seul	164 Cal	Ce coton poudre dégage :	
A 10 pour 100 de CO^3HNa.	61		
		Par détonation	85 Cal environ
		Par détonation avec combustion totale	264 »

c. Trinitrotoluène.

Seul	>250	Le trinitrotoluène dégage :	
A 2 pour 100 de NO^3K ...	117		
A 3 pour 100 » ...	96	Par détonation	70 Cal environ
A 4 pour 100 » ...	82	Par détonation avec combustion totale	310 »
A 5 pour 100 » ...	66		
A 10 pour 100 » ...	66	Par détonation avec combustion de H^2 et C......	186 »
A 6 pour 100 de N^2O^6Ba..	187		
A 10 pour 100 » ..	175		

La Commission des Substances explosives avait trouvé que les produits de détonation du coton-poudre décanitrique ne s'enflammaient pas à l'air; mais, en 1888, ce coton-poudre contenait de 2 à 4 pour 100 de carbonate de soude.

Ces expériences montrent que, pour éviter la combustion des produits de détonation des explosifs à combustion incomplète, il suffit de les surdoser avec de petites quantités de sels de potasse ou de soude. L'emploi de ces explosifs dans les mines grisouteuses ne saurait donc être rejeté *a priori*. D'autre part, les autres matières ajoutées et, en particulier, les sels alcalino-terreux, n'ont qu'une action restreinte sur la combustion des produits; d'après les chaleurs dégagées, ils paraissent seulement s'opposer à la combustion de l'oxyde de carbone.

L'addition de sels alcalins doit être également faite pour éviter l'inflammation des mélanges combustibles qui préexistent dans le voisinage des cartouches (grisou et poussières de houille). La sécurité des explosifs français à base de nitroglycérine, nitronaphtaline et nitrate d'ammoniaque serait beaucoup augmentée par l'adjonction d'une petite quantité de nitrate de potasse ou de soude.

On a fait quelques essais d'inflammation de mélanges d'air et de gaz d'éclairage à 10-11 pour 100 :

a. Mélanges de coton-poudre décanitrique et d'azotate d'ammoniaque.

Composition de l'explosif.	Poids de la cartouche.	Résultat.	Observations.
30 + 70	50g	I	I : Inflammation
30 + 70 + 3 de CO^3HNa	51,5	N	N : Pas d'inflammation

b. Mélanges de trinitrotoluène et d'azotate d'ammoniaque.

20 + 80	50	I	$t = 2190°$
18 + 82	»	I	$t = 2120$
16 + 84	»	I	$t = 2040$
14 + 86	»	I	$t = 1940$
12 + 88	»	N	$t = 1840$
22 + 75 + 3 de NO^3K	»	I	
20 + 77 + 3 »	»	N	2 essais concordants
14 + 83 + 3 »	175	I	
14 + 83 + 6 »	100	I	
14 + 80 + 6 »	100	N	
18 + 78 + 4 de N^2O^6Ba	50	I	

La substitution d'une petite quantité de salpêtre à une égale quantité de nitrate d'ammoniaque est presque sans influence sur la température de détonation. L'addition de salpêtre a donc produit, au point de vue de la sécurité, *le même effet qu'un abaissement de température de* 300°.

En résumé, un nuage formé de poussières d'un sel quelconque de potasse ou de soude s'oppose à la combustion des gaz et des poussières combustibles; les sels alcalino-terreux n'ont qu'une action secondaire. Parmi les applications de la propriété que nous avons mise en évidence, on peut citer : la suppression des flammes à la bouche et des retours de flammes dans le tir des poudres sans fumée; l'amélioration des explosifs et des artifices de mise de feu (détonateurs, cordeaux détonants) pour mines grisouteuses; des perfectionnements dans le mode d'emploi des explosifs, en vue d'introduire des sels alcalins dans le voisinage des cartouches.

CHIMIE. — *Sur la combustion sans flamme et l'inflammation des gaz à l'extrémité d'une tige métallique.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

Je viens de réaliser une expérience qui, je le crois, est de nature à jeter un jour nouveau sur le phénomène de la combustion des gaz et peut-être aussi sur leur cohésion, dont on n'a encore que peu d'exemples. Voici en quoi elle consiste :

Je prends une lampe à manchon incandescent alimentée par de l'alcool, dont le modèle se trouve depuis quelques années dans le commerce. C'est une sorte d'éolipyle monté sur quatre tubes par lesquels pénètre la mèche de coton qui sert à amener l'alcool. L'éolipyle, chauffé par la flamme elle-même, est de forme annulaire, en sorte que la flamme se dégage par la partie centrale cylindrique, recouverte d'un disque bombé et perforé de trous assez rapprochés. Le disque empêche la flamme de se produire à l'intérieur et détermine le mélange plus parfait des vapeurs d'alcool et d'air. Enfin, au milieu se trouve une tige de fer de 8^{cm} de haut destinée à soutenir le manchon par-dessus l'appareil.

Or, il est arrivé qu'après un certain temps de bon fonctionnement, je n'ai pu obtenir une lumière aussi vive que celle que j'obtenais d'abord, malgré le renouvellement des manchons. J'ai remarqué que l'obscurcissement se produisait au moment où le disque perforé commençait à rougir. J'ai enlevé le manchon; après quelques tâtonnements et avec quelques précautions, j'ai réussi à faire rougir le disque et j'ai obtenu de la sorte une lampe sans flamme sans recourir au platine, car le disque est formé d'un alliage de cuivre. Quand il est rouge, on avive l'incandescence en envoyant davantage de vapeurs d'alcool; en arrêtant le jet pendant 3 à 4 secondes le disque s'obscurcit, mais on lui rend son éclat par une émission nouvelle de vapeurs. J'ai eu beau approcher du disque un tampon chargé d'alcool ou une mèche imbibée d'essence de pétrole, il m'a été impossible, malgré la température élevée, d'obtenir l'inflammation; le bois d'une allumette se carbonise sans donner de flamme, etc.

La combustion sans flamme des gaz et vapeurs inflammables est donc localisée à la surface du disque rouge. Il est nécessaire, pour expliquer l'absence de la flamme, d'admettre qu'un des éléments de la combustion, combustible ou oxygène, est retenu au voisinage de la surface. Je rappellerai qu'il a fallu faire une hypothèse analogue pour expliquer qu'un filament métallique rougi par un courant électrique ne déterminait pas l'inflammation d'un mélange de grisou très explosif et admettre que, l'oxygène étant maintenu autour du filament par l'incandescence, l'explosion ne pouvait pas se produire (Couriot et J. Meunier, *Comptes rendus*, t. CXLV, 9 décembre

1907, p. 1161). C'est encore l'oxygène qui est retenu par le disque devenu incandescent, et, cette fois, je suis assez heureux pour pouvoir fournir une preuve directe et très frappante de ce phénomène.

Il y a dans mon expérience un excès de gaz combustible dégagé qui n'est pas brûlé, et, si j'approche une allumette ou une lumière vers l'extrémité de la tige de fer, à 6^{cm} ou 7^{cm} au-dessus du disque, une flamme s'allume à l'extrémité même et continue à brûler indéfiniment, quand j'opère à l'abri des courants d'air. L'oxygène a donc été retenu et séparé par le disque incandescent, et le flux de gaz combustible s'élève autour de la tige comme il s'élèverait à l'intérieur d'un tube, sans se mélanger à l'air ambiant et sans être enflammé le long de cette tige, dont la température reste peu considérable. Il n'est pas nécessaire que la tige soit régulière; son extrémité peut être aplatie et présenter deux pointes. La flamme prend alors la forme de celle d'un bec papillon, de même si l'on y fixe une lamelle doublée ; on peut aussi attacher un clou dont la tête fait saillie, la flamme prend point d'appui sur la tête; l'emploi d'une petite corbeille en toile métallique produit une flamme de forme étalée. Pour donner à cette flamme de l'éclat, il suffit d'en approcher la toile d'un manchon qui devient incandescent.

J'ai observé aussi que la flamme, à l'extrémité de la tige métallique, attirait la flamme qui me servait à l'allumer.

Il me semble que cette expérience est très démonstrative et fournit des données certaines sur le mécanisme de la combustion par incandescence, dont je me propose de faire connaître bientôt d'autres particularités. Elle renseigne aussi sur les phénomènes qui l'accompagnent et montre que les gaz ont une certaine cohésion, puisqu'ils peuvent monter le long d'une tige métallique, régulière ou non, sans se mélanger aux gaz voisins, comme s'ils étaient protégés par une enveloppe solide.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition du grain d'amidon.* Note de Mme **Z. Gatin-Gruzewska**, présentée par M. L. Maquenne.

MM. Maquenne et Roux (¹) ont démontré que l'amylocellulose des auteurs antérieurs est identique à la substance formant la plus grande partie du grain d'amidon et ont donné à l'ensemble le nom d'*amylose*. En opérant sur l'amidon cuit et rétrogradé, ils ont retiré une certaine quantité de cette amylose qu'ils appellent *amidon artificiel*. En outre, ces auteurs pensent que les empois d'amidon sont composés d'amylose en solution, épaissie par

(¹) Maquenne et Roux, *Annales de Chim. et de Phys.*, t. IX, 1906, p. 179-220.

une substance insoluble dans l'eau et les alcalis, ne paraissant pas bleuir par l'iode et à laquelle ils proposent de donner le nom d'*amylopectine*.

Dans une Note antérieure [1] j'ai donné une méthode qui m'a permis de séparer l'amylopectine de l'amylose. A un empois à 3 pour 100 de fécule de pomme de terre on ajoute un quart de volume de potasse ou de soude à 40 pour 100 à chaud, puis un tiers du volume total d'alcool à 95°. Il se forme d'abord un précipité filamenteux d'amylopectine; on le lave, on le fait regonfler dans l'eau, on le neutralise et on le purifie par dialyse ou décantation. Des eaux mères de la première précipitation on peut extraire une certaine quantité d'amylose.

J'apporte aujourd'hui une seconde méthode qui, presque par des moyens physiques, permet une séparation des composants du grain d'amidon cru, tel qu'il se trouve dans la nature. J'ai montré précédemment que l'amylopectine forme l'enveloppe du grain; si l'on fait agir, sur de la fécule de pomme de terre crue, une certaine quantité d'alcali en présence d'une grande quantité d'eau, l'enveloppe se gonfle et la substance intérieure, se dissolvant rapidement, attire l'eau. Sous l'action de la pression osmotique développée dans le grain, l'enveloppe éclate et la substance intérieure, solubilisée, se déverse au dehors. En neutralisant, on fait se contracter l'enveloppe, ce qui contribue à la séparation des deux substances.

Pour faire gonfler 10^g de fécule de pomme de terre, il faut 500^{cm^3} de soude à 1 pour 100; on complète à 1^l et, si la préparation a réussi, on neutralise avec de l'acide acétique. On ajoute encore 1^{vol} d'eau et on laisse le tout reposer 24 heures. Les enveloppes vides se déposent au fond du vase (amylopectine) et le liquide qui surnage contient l'amylose dissoute. Les deux substances, après séparation, sont purifiées par des moyens appropriés. Rien de plus facile que de reconnaître, sous le microscope, si la préparation est pure et bien réussie. L'amylose se colore par l'iode en *bleu franc*, les enveloppes en *bleu violacé*.

L'amylopectine ainsi obtenue forme 40 à 45 pour 100 de l'empois. Chaque enveloppe du grain est composée d'une série plus ou moins grande de sacs emboîtés les uns dans les autres. Ces sacs sont insolubles dans l'eau froide, se gonflent dans l'eau chaude en formant des empois gélatineux qui ne rétrogradent pas et se liquéfient dans l'eau surchauffée. Ces solutions (ou pseudo-solutions) sont visqueuses. Les alcalis distendent les sacs en une substance finement granuleuse, filamenteuse, qui, en présence d'un excès d'alcali et d'eau, donne, après neutralisation, des solutions opalescentes. Le pouvoir rotatoire de ces solutions, à la concentration de $0^g,178$ et de conductivité élec-

---

[1] GATIN-GRUZEWSKA, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXIV, 1908, p. 178.

trique 0,00003, est

$$[\alpha]_D = +221°.$$

L'amylopectine préparée par le second procédé se comporte, sous l'action de l'amylase du suc pancréatique, comme celle provenant du premier procédé. L'hydrolyse est lente et aboutit à la formation de maltose et de dextrines.

L'*amylose* obtenue par cette méthode ne rétrograde pas si elle n'a pas été chauffée. Desséchée en poudre fine, elle se solubilise en partie dans l'eau froide, en totalité à chaud (100° à 120°) en donnant des solutions opalescentes. Ces solutions se colorent par l'iode en bleu franc et avec bien plus d'intensité que celles d'amylopectine qui se colorent en bleu violacé. Elle se dissout rapidement au contact de faibles quantités d'alcalis. Le pouvoir rotatoire de ces solutions, à la concentration de $0^g,642$ pour 100 et de conductivité 3×10^{-5}, est

$$[\alpha]_D = +182°,4.$$

Sous l'action du suc pancréatique de chien elle donne du maltose et de l'amylose rétrogradée, résultats concordants avec ceux obtenus par MM. Maquenne et Roux avec l'amylase du malt sur l'amylose qu'ils ont préparée.

En résumé : 1° cette méthode de préparation permet de séparer, presque à l'état naturel, l'amylopectine de l'amylose.

2° L'*amylopectine* est un corps nouveau, mucilagineux, qui a tous les caractères de l'amidon, excepté celui de rétrograder après chauffage; on peut le rapprocher du glycogène.

3° L'*amylose*, qu'on peut appeler *amidon soluble pur*, est un ensemble de substances semblables dans des états différents de condensation et peut-être d'hydratation. Les moins condensées sont solubles dans l'eau froide. Les solutions préparées à l'aide des alcalis sont stables, celles obtenues par l'action de la chaleur le sont moins et rétrogradent rapidement.

4° Dans le grain d'amidon de la pomme de terre, l'amylopectine forme l'enveloppe, composée de sacs successifs, et l'amylose, la substance interne.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Observations sur la Note de Mme Gatin-Gruzewska.* Note de M. L. **Maquenne.**

L'isolement simultané de l'amylose et de l'amylopectine, réalisé de deux manières différentes par Mme Gatin, marque un progrès considérable dans la connaissance de l'amidon naturel; il vient d'abord démontrer d'une façon irréfutable l'exactitude des conclusions auxquelles nous sommes arrivés antérieurement, M. Roux et moi; il nous apprend, en outre, quelque chose de plus, qui me paraît digne d'attirer l'attention.

L'amylopectine, séparée de l'amylose comme il a été dit plus haut, présente encore, quoique à un moindre degré, la propriété de se colorer par l'iode. La teinte qu'elle prend ainsi n'est pas, il est vrai, identique à celle que donne l'amylose dans les mêmes conditions, mais on peut se demander si ce caractère commun n'est pas la conséquence de quelque relation de structure entre les deux corps qui le possèdent.

Il est assez peu probable que, après les traitements alcalins qu'on lui a fait subir, l'amylopectine de M^me^ Gatin renferme encore une proportion sensible d'amylose peu soluble; cela ne pourrait arriver que si cette amylose, en solution solide dans la pellicule (peut-être semi-perméable) d'amylopectine, s'y trouvait retenue avec une énergie telle que ses dissolvants ordinaires n'en puissent plus enlever, à chaque passage, qu'une fraction insignifiante. Si l'on écarte cette hypothèse, on est conduit à admettre que la propriété de se colorer en violet par l'iode appartient en propre à l'amylopectine, ou au moins à certaines variétés d'amylopectines, car cette substance ne doit pas être plus homogène que l'amylose, mais bien composée, comme cette dernière, d'un mélange complexe de produits homologues ou différemment condensés.

Dans tous les cas, il semble qu'il n'existe pas de transition brusque entre le groupe des amyloses peu solubles, occupant le bas de la série, et celui des amylopectines les moins résistantes; en un mot, il doit se trouver, dans l'amidon naturel, des corps qui présentent à la fois les propriétés, plus ou moins nettes ou atténuées, de l'amylose et de l'amylopectine. Cette manière de voir est conforme à l'idée qu'on peut se faire de la genèse naturelle du grain d'amidon, l'amylopectine dérivant peut-être de l'amylose par condensation de celle-ci, comme l'amylose dérive des sucres; elle est, d'autre part, en contradiction avec ce fait reconnu que l'amylopectine seule donne des dextrines par hydrolyse diastasique. C'est donc une hypothèse que l'expérience devra ultérieurement établir ou au contraire infirmer.

Ainsi s'expliquerait la difficulté de séparation de tous ces corps voisins; on s'explique ainsi pourquoi on ne trouve guère que 20 pour 100 d'amylopectine dans l'empois de fécule, par examen colorimétrique, tandis que M^me^ Gatin en extrait environ le double.

Une autre conclusion qui découle des recherches précédentes et que, bien que la pressentant, M. Roux et moi, nous n'avions pas osé déduire explicitement de nos seuls travaux personnels, c'est que l'empois de fécule, non surchauffé, n'est pas un véritable colloïde. En effet, l'un de ses composants, l'amylose, s'y trouve à l'état de solution parfaite, comme nous l'avons dit

pour la première fois; l'autre y offre la forme de pellicules dont le plissement et le drapage, dans les préparations que nous a montrées M[me] Gatin, sont d'une netteté remarquable.

Ce sont ces larges membranes qui obturent mécaniquement les filtres quand on y jette de l'empois d'amidon; parfois, lorsqu'elles ont été fortement gonflées par l'eau bouillante ou les alcalis, elles semblent disparaître, parce qu'alors leur indice de réfraction devient presque égal à celui de l'eau; toujours, tant qu'elles n'ont pas été désagrégées par une attaque trop violente, elles conservent des dimensions qui, après addition d'iode, les rendent visibles au microscope, même sous les plus faibles grossissements. Il n'y a donc rien de commun entre ces énormes débris et les agrégats moléculaires infiniment ténus qui caractérisent les colloïdes vrais.

S'il existe réellement dans l'empois ordinaire une substance à l'état de pseudosolution micellaire, ce sera un troisième composant de l'amidon à ajouter à ceux que nous connaissons déjà, à savoir l'amylose et l'amylopectine. Ces considérations cessent naturellement d'être applicables à l'empois cuit sous pression, dans lequel l'amylopectine a perdu, par hydrolyse partielle, sa forme organisée : le colloïde qui apparaît alors (si toutefois il s'en produit) résulterait uniquement, d'après nous, de cette hydrolyse, comme les dextrines qui en représentent les produits ultérieurs de désagrégation.

Je profiterai enfin de la circonstance pour exposer certains résultats que j'ai obtenus en essayant d'isoler l'amylopectine, résultats qui ne m'avaient pas paru jusqu'ici assez nets pour justifier leur publication, mais qui maintenant prennent une certaine importance parce qu'ils se trouvent en parfait accord avec ceux, plus complets, que vient de rapporter M[me] Gatin.

Lorsqu'on fait bouillir de la fécule avec une solution saline (sulfate, citrate de sodium, etc.), concentrée et par conséquent hypertonique, on obtient un liquide filtrable sur papier, dont la partie claire est riche en amylose et la partie insoluble chargée d'amylopectine. Si l'on soumet celle-ci au même traitement, trois ou quatre fois de suite, on finit par avoir une solution qui, d'après l'examen colorimétrique en présence d'iode ([1]), renferme une quantité d'amylose égale à 60 pour 100 environ du poids total de la fécule employée. Le résidu insoluble se colore par l'iode en violet rouge et offre au microscope le même aspect de sacs vides que le produit de M[me] Gatin : c'est

([1]) Dans ces circonstances, l'iodure d'amidon est nécessairement coagulé en gros flocons, mais on peut, par un artifice très simple dû à M. Roux, le ramener à l'état de pseudosolution claire, ce qui rend l'observation facile.

de l'amylopectine impure, renfermant encore une quantité inconnue d'amylose insoluble dans l'eau bouillante.

Les mêmes résultats s'observent quand on essaye de préparer de l'empois avec de l'eau de chaux, qui s'oppose au gonflement exagéré des membranes pecteuses; la solution filtrée et neutralisée se colore en bleu pur intense par l'iode et le résidu présente encore la forme pelliculaire qui, en dernière analyse, paraît être caractéristique de l'amylopectine naturelle.

Ce sont là, maintenant, des faits solidement établis; nous sommes heureux de les voir tous, y compris ceux observés récemment par M. Fouard ([1]) et par M. Bierry ([2]), concorder avec les théories que nous avons précédemment émises, M. Roux et moi, sur la structure physicochimique du grain d'amidon et la constitution de l'empois.

BOTANIQUE. — *Sur la durée des peroxydiastases des graines.* Note de MM. **Brocq-Rousseu** et **Edmond Gain**, présenté par M. G. Bonnier.

Dans une Note antérieure ([3]) nous avons indiqué que les peroxydiastases découvertes dans les graines n'y persistent pas indéfiniment.

En vue de préciser cette conclusion, nous avons examiné, par la méthode déjà décrite, des graines d'âges différents et authentiques provenant des collections suivantes :

Ages d'ancienneté des divers lots de graines.	Origine des graines.
5000 à 2000 ans...	Collections pharaoniques du Musée de Boulaq (Graines choisies et envoyées par M. Maspero).
500 ans environ...	XV^e et XVI^e SIÈCLES. — Collections préincasiques de la Mission Paul Berthon : Graines du cimetière de Pachacamac (Pérou).
400 ans environ...	XVI^e SIÈCLE. — Collections du Musée d'Ethnographie du Trocadéro : Graines des sépultures péruviennes d'Ancon (M. Hamy).
300 à 250 ans.....	Herbier de Dominique Perrin de Dommartin, médecin lorrain du XVI^e siècle (Faculté des Sciences de Nancy).
208 ans environ...	Herbier de Tournefort du Muséum d'Histoire naturelle de Paris (Graines extraites par M. le D^r Bonnet).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 285.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 417.

([3]) Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Sur l'existence d'une peroxydiastase dans les graines sèches* (*Comptes rendus*, 16 décembre 1907).

Ages d'ancienneté des divers lots de graines.	Origine des graines.
178 à 120 ans.....	Herbier Gormand, Secrétaire perpétuel du Collège des Médecins de Nancy (Faculté des Sciences de Nancy).
125 et 123 ans.....	Herbier Pourret (Muséum de Paris), graines datées de 1785 et 1787 extraites par M. le Dr Bonnet.
119 à 38 ans......	Herbier du Laboratoire de Botanique de la Sorbonne (M. Bonnier).
98 à 18 ans.......	Collections des graines de la chaire de Culture du Muséum (M. Costantin) et graines extraites des herbiers de De Candolle, Desvaux, Lejeune; herbier Levent et Saubinet (de l'École de Médecine de Reims), 1810 à 1890.
58 ans...........	Collection des Céréales de Godron (Faculté des Sciences de Nancy).
+ de 38 ans......	Herbier de l'ancien Collège de Forbach (Faculté des Sciences de Nancy).
15 à 2 ans........	Graines récentes des collections du Laboratoire de Botanique appliquée de la Faculté des Sciences de Nancy.

Les peroxydiastases des graines peuvent parfois disparaître au bout de peu d'années, *Galium* de 20 ans, par exemple; elles peuvent aussi se conserver longtemps.

Les graines les plus anciennes, dans lesquelles nous avons constaté l'existence de la survivance d'une peroxydiastase, appartiennent au XVIIIe siècle, et sont les suivantes :

1. *Triticum hybernum* et *Triticum monococcum* âgés de 208 ans environ. Graines de l'herbier de Tournefort, extraites de cet herbier par M. le Dr Bonnet qui nous les a envoyées. D'autres graines de cet herbier n'ont pas donné la réaction, par exemple celles d'*Hordeum distichon*.

2. *Adonis silvestris* C. B. Pinax (synonyme probable : *Adonis autumnalis* L.). Trois échantillons conservés dans trois feuilles séparées de l'herbier Gormand, et étiquetés par l'auteur de cet herbier. L'herbier Gormand est resté oublié dans une malle depuis 1790 jusqu'à 1900 (1). Nous avons nous-même prélevé les graines d'*Adonis*, dont nous possédons encore une centaine d'exemplaires, d'authenticité certaine.

Trifolium spicatum angustifolium C. B. Pinax, vulgo *Lagopus* (syn. : *Trifolium angustifolium* L.). Cet échantillon provient aussi de l'herbier Gormand et porte 50 à 60 graines.

Cet *Adonis* et ce Trêfle sont âgés de 130 à 150 ans et sont les seuls qui ont présenté

(1) C'est dans cet herbier que se trouvait l'herbier de Dominique Perrin, dont les conditions de conservation ont été les mêmes depuis 125 ans (*Comptes rendus*, 23 décembre 1901).

la réaction peroxydiastasique parmi les 75 types d'espèces différentes, fournies par l'herbier Gormand.

3. *Triticum æstivum* (année 1787), et *Hordeum hexastichum* (année 1785). Grains âgés de 120 à 125 ans environ, extraits de l'herbier Pourret par M. le Dr Bonnet.

Aucune des graines examinées par nous, antérieures au XVIIIe siècle (graines pharaoniques, graines péruviennes, graines de l'herbier Perrin), n'a donné l'indication de la persistance d'une peroxydiastase. Au contraire, pour les graines provenant du XIXe siècle, il y a toujours, dans chaque lot examiné, une certaine proportion des espèces dont les graines ont conservé leur peroxydiastase. Cette proportion est d'autant plus considérable qu'on se rapproche du XXe siècle. Parmi les 300 espèces environ, soumises à un examen, il est noté que certains genres et certaines espèces manifestent très inégalement l'aptitude à conserver la faculté peroxydiastasique : ainsi les *Triticum* la conservent jusqu'à 200 ans, les *Hordeum* jusqu'à 125 ans, avec quelques exceptions seulement; *Crocus* jusqu'à 84 ans et *Acacia* jusqu'à 61 ans, sans aucune exception. Nous avons toujours constaté que, lorsque la réaction se produit, c'est toujours dans les tissus qui n'ont pas subi ce que l'un de nous a appelé antérieurement *le brunissement* (1). L'*Adonis* et le *Trifolium*, cités plus haut, avaient très exceptionnellement échappé jusque-là au brunissement, qui est généralement très accentué dans les graines de cet âge, et notamment dans d'autres Trèfles du même herbier.

Les graines qui sont en voie de brunissement perdent graduellement la faculté peroxydiastasique. Ainsi un grain de Blé récent bleuit dans l'embryon et dans l'albumen; lorsqu'il est suffisamment âgé, son embryon est brun, et la graine ne bleuit plus que dans l'albumen (Blés de Tournefort). Plus tard, le brunissement de la graine étant généralisé, la réaction bleue ne se produit plus (Maïs péruviens).

Les graines qui possèdent la faculté germinative contiennent toujours des peroxydiastases; celles qui ont perdu la faculté germinative peuvent encore en conserver très longtemps. Si l'on considère que les embryons de Blés âgés de 100 ans sont déjà très brunis et, dans cet état, semblent ne plus pouvoir germer, on doit conclure que les Blés de Tournefort ont conservé leur faculté peroxydiastasique au moins un siècle après avoir perdu leur faculté germinative.

---

(1) Edmond Gain, *Sur le vieillissement de l'embryon des Graminées* (*Comptes rendus*, 23 décembre 1901); *Sur les embryons du Blé et de l'Orge pharaoniques* (*Comptes rendus*, 11 juin 1900).

Conclusion générale : Nous avons pu mettre en évidence la présence d'une peroxydiastase dans les graines de deux plantes âgées de plus de deux siècles. Il y a là une persistance remarquable et inattendue d'une propriété diastasique.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Caractères biologiques et pouvoir pathogène du* Sterigmatocystis lutea *Bainier*. Note de MM. **Sartory** et **Jourde**, présentée par M. Guignard.

La Mucédinée dont l'étude fait l'objet de la présente Note est celle que Bainier a décrite (*Bull. Soc. Bot.*, 1880) sous le nom de *Sterigmatocystis lutea;* cette espèce, pour son auteur et pour nous-même, est distincte de celle brièvement décrite autrefois par Van Tieghem sous le même nom.

Cette Mucédinée possède un mycélium blanc, passant au jaune puis verdissant, avec des conidiophores dressés hauts de 300^μ à 800^μ, surmontés d'un renflement sphérique de 12^μ à 30^μ de diamètre, lequel est recouvert, dans ses trois quarts supérieurs, de basides en massue dressée, de 10^μ de long sur 5^μ à 6^μ de largeur moyenne; chaque baside est couronnée de 2-4-6 stérigmates en quille, de 9^μ sur 4^μ, avec conidies *d'abord jaunes, puis glauques,* sphériques, lisses, de $3^\mu,5$.

Dans les cultures sur *gélatine, gélose* et *bouillon,* la baside disparaît et la plante prend les caractères d'un *Aspergillus;* optimum cultural $+35°$, cultures ci-dessous effectuées à $+22°$. *Sur pomme de terre neutre* et pomme de terre acide, après 24 heures, filaments blanchâtres formant dès le second jour un mycélium fertile jaune jusqu'au cinquième jour, puis verdissant à mesure que le thalle feutré vieillit et se plisse. *Sur carotte,* même début, mais le mycélium reste plan, jaune de chlore jusqu'au septième jour, puis vert-pré le onzième jour. *Sur gélatine,* liquéfaction dès le quatrième jour, progressant ensuite lentement et complète au bout de 1 mois. *Sur gélose,* le second jour, îlots blancs, puis jaunes, puis vert-pré, croissance lente. *Sur Raulin,* au bout de 24 heures, germination de 170^μ à 240^μ; voile dès le second jour, devenant ensuite vert et plissé. *Sur Raulin neutre,* cultures moins abondantes et voile moins tourmenté. *Sur bouillon,* voile constamment; conidiophores coupés de cloisons et du type *Aspergillus*; conidies légèrement verruqueuses.

Un lapin pesant 1793^g fut inoculé dans la veine périphérique de l'oreille avec 2^{cm^3} d'émulsion de conidies dans le sérum physiologique. Dès le second jour, perte de poids de 53^g, poil hérissé, stupeur. Le lendemain, nouvelle perte de poids de 242^g. L'animal est abattu, chancelant, les oreilles pendantes; mort le troisième jour.

A l'autopsie, foie volumineux, tuméfié, portant l'empreinte des côtes, nombreux placards blancs à la face convexe; cœur normal; le rein augmente

de volume; poumons présentant des taches noires très étendues et deux petits abcès bosselés dans la région médiastine.

Les cultures tentées sur Raulin avec divers organes n'ont donné de *Sterigmatocystis* que dans les semis faits avec le foie et le rein.

Les lésions histologiques sont les suivantes : *Rein :* pas de filaments mycéliens, pas de développement anormal du tissu conjonctif; vaisseaux non dilatés; cellules épithéliales uniformément troubles, tuméfiées, obturant la lumière des tubuli; léger exsudat albumineux. — *Foie :* bourré de filaments mycéliens; congestion des capillaires intrahépatiques; tuméfaction, trouble général des cellules hépatiques; infiltration embryonnaire des espaces portes sans pyéliphlébite, ni angiocholite appréciables; quelques nodules infectieux dans les lobules; veines sous-hépatiques normales. — *Rate normale :* pas de champignon. — *Poumon :* pas de mycélium; vaisseaux dilatés, gorgés de sang; alvéoles remplies par un exsudat albumineux avec filaments de fibrine; épithélium alvéolaire peu distinct et généralement tuméfié; plusieurs acini infiltrés de leucocytes et de cellules rondes à noyaux fortement colorés. — *Cœur :* myocarde normal; péricarde viscéral présentant de fines végétations.

Il résulte de ce qui précède que l'espèce dont cette Note fait l'objet, et qui est essentiellement différente de tous les *Aspergillus* et *Sterigmatocystis* étudiés jusqu'à présent à ce point de vue, est douée d'un pouvoir pathogène très marqué. Les lésions produites sont d'ailleurs comparables à celles qu'on a décrites dans les aspergilloses expérimentales, et notamment dans les mycoses dues à l'*Aspergillus fumigatus*.

GÉOLOGIE. — *Métamorphisme et tectonique des terrains paléozoïques du Morvan et de la Loire.* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Michel Lévy.

Métamorphisme. — Le long du bord oriental du Plateau central, les granites les plus récents ont métamorphisé le Dévonien supérieur et le Tournaisien, et leur mise en place paraît s'intercaler entre les émersions auxquelles on doit rapporter les poudingues tournaisiens et celles qui ont donné naissance aux poudingues viséens; ces derniers contiennent fréquemment des galets de granite, tandis que les premiers n'en présentent pas et sont, en outre, souvent métamorphisés.

Suivant la nature chimique des sédiments, il se développe des schistes micacés, maclifères et feldspathisés, des cornes vertes et, par endomorphisme du granite, une formation dioritique et diabasique. M. Michel Lévy a insisté sur ces phénomènes si intéressants d'endomorphisme ; j'ai pu

les dater et les attribuer à la transformation des calcaires dévoniens : les cornes vertes et les diorites apparaissent à la base de tous les lambeaux carbonifères de la Loire et du Morvan et constituent les roches, si caractéristiques, connues localement sous le nom de *pierres des fées*.

Evolution des magmas éruptifs. — Le granite de Luzy est une Alaskose à fumerolle granitodioritique et mégapotassique, à scorie magnésienne et microcalcique.

Si, 72,5; Al, 14,8; Fe, 2,5; Ca, 0,3; Mg, 2,1; Na, 2,6; K, 4,4; Ti, 0,4; Apatite, 0,2; perte, 0,6.

La moyenne des diabases et des diorites donne une Andoze, à fumerolle alcalinogranitique, mésosodique, à scorie magnésienne-ferrique, mésocalcique. Analyse :

Si, 51,7; Al, 19,3; Fe, 7,9; Ca, 7,9; Mg, 4,9; Na, 3,5; K, 1,4; Ti, 1,0; perte, 2,4.

On remarquera que la seule série pétrographique antérieure au granite et qui ne paraisse pas due à son influence, la série albitophyrique du Famennien, est persodique. Toutes les autres roches éruptives ou tuffacées, sauf les variétés endomorphes, sont mégapotassiques comme le granite, et leur étude chimique permet de supposer qu'elles ont pris naissance grâce à la différenciation d'un seul magma granitique.

Tectonique. — Depuis le Frasnien jusqu'au Viséen, la sédimentation a été continue; elle commence cependant à subir des lacunes dès le Tournaisien; l'apparition des poudingues est caractéristique à ce point de vue. Les grands mouvements orogéniques hercyniens datent, dans la région étudiée, du sommet du Viséen.

La mise en place du granite s'étant produite à la fin du Tournaisien, les plissements de montagnes antérieurs à ceux du système hercynien ont été complètement effacés par le métamorphisme granitique, comme les formations antéfrasniennes elles-mêmes.

Il y a lieu de distinguer trois faisceaux paléozoïques : celui du Morvan qui comprend cinq synclinaux hercyniens; celui de Blanzy-Bert, en grande partie caché sous un vaste synclinal houiller et permien; celui de la Loire, comprenant quatre synclinaux hercyniens. Ces trois faisceaux sont séparés par des massifs granitiques, correspondant à des aires anticlinales hercyniennes que l'érosion a aujourd'hui complètement décapées. Ce sont du Nord au Sud : le granite de Luzy, celui du Charollais et celui du Beaujolais, prolongement de la chaîne du Pellerat. Les jeux combinés du métamorphisme, des plissements, des décrochements et de l'érosion ont donné des

caractères particuliers à chacun des anticlinaux et synclinaux étudiés. Par exemple, dans l'anticlinal de Moulins-Engilbert, Château-Chinon, Manlay, au nord du faisceau du Morvan, les formations sont réduites à l'état de lambeaux disloqués, isolés les uns des autres au milieu du granite qui les a largement digérés. Malgré la dislocation, il est aisé de suivre, dans le granite, l'axe dévonien bien aligné et entièrement transformé en diorites et cornes vertes.

Au contraire l'anticlinal de Diou au mont Beuvray, très continu en bordure du granite, n'est profondément métamorphique qu'à sa partie Nord-Est, laissant apparaître encore au Sud-Ouest le Dévonien fossilifère.

Dans la Loire, l'enfoncement géosynclinal, antérieur aux plis hercyniens, paraît avoir été plus considérable; tout le Dévonien et presque tout le Tournaisien sont constamment très métamorphiques et le Viséen seul est encore fossilifère.

Diverses apparitions de gneiss, celles d'Avallon, de Marmagne sous le plateau d'Antully, de Palinges au sud du synclinal Blanzy-Bert, enfin les formations de gneiss et de micaschistes du Lyonnais au sud du faisceau de la Loire, jalonnent les parties les plus profondes du grand géosynclinal qui a précédé les mouvements hercyniens.

Les granites lentement élaborés au fond du géosynclinal sont évidemment en contact avec les sédiments les plus modifiés, c'est-à-dire les gneiss; au contraire, les granites qui se montrent actuellement à nous comme n'ayant eu, au moment de leur mise en place, qu'une mince couverture paléozoïque incomplètement modifiée, sont souvent, à leur partie supérieure, transformés en microgranites et se sont élevés dans les fractures des parties faibles du géosynclinal primitif.

Ce sont précisément ces derniers granites dont le magma, encore fluide à faible profondeur, a donné naissance aux grandes éruptions microgranulitiques du Morvan et de la Loire.

GÉOLOGIE. — *Les éruptions de la Limagne. Sept périodes d'activité volcanique du Miocène inférieur au Pléistocène.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

Les cinquante collines volcaniques de la Limagne montagneuse, qui donnent à cette région sa caractéristique spéciale et son pittoresque séduisant, ont fait l'objet de nombreux travaux géologiques.

Depuis Desmarets (1771), Montlosier, Ramond, Lecoq, Julien, Michel Lévy, Boule, Giraud, etc., se sont surtout occupés de leur constitution. Mais par suite de la rareté ou de l'absence de documents paléontologiques on n'avait pas, jusqu'ici, de notions précises sur l'*âge* et la *genèse* des coulées basaltiques qui couronnent un certain nombre de ces collines.

Les recherches que j'ai entreprises, pour le Service de la Carte géologique de France, sous la direction de M. Michel Lévy, me permettent d'apporter une importante contribution à la solution de cette question.

J'ai reconnu, en effet, qu'il y avait eu dans la Limagne, au moins *sept périodes d'activité volcanique s'échelonnant du Miocène inférieur au Pléistocène inférieur*.

Pour déterminer l'âge de ces éruptions, je me suis basé non seulement sur les faunes renfermées dans les alluvions en relation avec les coulées, mais aussi sur les hauteurs des coulées épanchées à plusieurs époques dans la vallée de l'Allier et *suspendues* aujourd'hui à divers niveaux, au-dessus de cette vallée.

La faune à *Dinotherium* de Givreuil (Allier) que j'ai fait récemment connaître et qui correspond à un de ces niveaux alluviaux a été un jalon précieux pour cette étude.

Les éruptions volcaniques de la Limagne sont encadrées entre les alluvions burdigaliennes de Gergovie sur lesquelles reposent les coulées les plus élevées de la Limagne et les alluvions pléistocènes supérieures de Sarlière qui sont au pied des coulées des volcans de Gravenoire et de Beaumont.

Éruptions miocènes. — 1° Les premières éruptions volcaniques débutèrent au *Miocène inférieur,* car certaines coulées (Gergovie) reposent sur des alluvions burdigaliennes à *Melanoides Escheri, Melanopsis Hericarti* (Dollfus) et leurs galets se trouvent dans les alluvions helvétiennes.

Les puys Saint-Romain et Saint-André sont de cette époque. L'érosion a été considérable depuis le Miocène inférieur puisque les coulées surplombent aujourd'hui de près de 400^m la vallée de l'Allier.

Aux côtes de Clermont, à Chanturgue, au Puy-du-Var, les coulées inférieures, reposant sur des sables feldspathiques de nivellement, remaniés par les eaux et discordants sur l'Oligocène, sont du même âge.

2° Ces premières éruptions volcaniques furent certainement en relation avec l'*exhaussement continu* de la Limagne commencé avant la fin de l'Oligocène et se faisant du Sud au Nord.

Au *Miocène moyen,* un nouvel effort orogénique augmenta le relief en amont, vers la région des Cévennes et du Vélay, d'où il descendit une ri-

vière (Allier) qui couvrit une partie de la Limagne d'une nappe alluviale de galets de quartz, de silex jurassiques (chailles) mélangés, à partir de Clermont, à quelques galets de basalte provenant des éruptions antérieures. Ces alluvions se poursuivent vers Gannat et Moulins où elles renferment une faune d'âge miocène moyen (*Dinotherium Cuvieri, Mastodon angustidens, Mastodon tapiroides*, etc.).

Peu après, de nouvelles fractures éruptives donnèrent issue à des coulées de lave qui s'étendirent sur ces alluvions. Elles couronnent aujourd'hui les puys de Var, Chanturgue et le Puy-du-Mur.

La colline de Chateaugay et la coulée basaltique qui la surmonte sont trop profondément disloquées pour qu'on ait une notion absolument précise de l'âge de cette dernière. Elle semble bien, cependant, se rattacher aux éruptions helvétiennes, ainsi que le Puy-du-Mur qui domine la vallée de l'Allier de 287^{m}.

3° Le plateau de Pardins, beaucoup moins élevé au-dessus de l'Allier (224^{m}) et reposant sur des alluvions à galets de quartz, doit être plus récent (*Miocène supérieur*).

En résumé, la *continuité des efforts orogéniques*, qui avaient exondé la Limagne à la fin de l'Oligocène, se poursuit durant le Miocène. Elle amène :

1° Dès le *début du Miocène*, un phénomène de ruissellement intense et l'établissement d'un premier réseau hydrographique qui transporte dans la Limagne, dans les vallées de l'Allier et de la Loire et jusqu'en Sologne, des sédiments sableux et marneux (sables de l'Orléanais et de la Sologne), couvrant une étendue considérable;

2° L'édification des *premiers volcans du Massif central* à cette même époque;

3° Au *Miocène moyen*, un nouveau soulèvement qui augmente la pente et le pouvoir dynamique de l'Allier. Cette rivière est alors assez puissante pour étaler dans la Limagne, jusqu'au delà de Moulins, une nappe alluviale à galets de basalte, de quartz et de chailles jurassiques provenant des Cévennes et renfermant une faune helvétienne;

4° Deux nouveaux *épisodes d'éruptivité*, au *Miocène moyen* et au *Miocène supérieur*, dont les produits recouvrent les formations antérieures.

Ces éruptions se sont continuées durant le Pliocène et le Pléistocène.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de* foudre en boule. Note de M. Isidore Bay. (Extrait.)

Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une observation de *foudre en boule* faite à Saint-Georges-de-Reneins (Rhône).

Le 26 mai 1907, ..., à 11^h précises du soir, trois violents coups de tonnerre se succédèrent à environ 1 seconde d'intervalle. Nous vîmes alors un globe incandescent, d'un blanc légèrement rosé, d'environ $0^m,15$ de diamètre, qui restait immobile le long d'un mur d'une chambre, semblant accroché au fil de la sonnerie électrique, qui sert uniquement à l'intérieur de la maison, à $0^m,50$ au-dessus du bouton d'appel.

Ce globe resta ainsi environ 5 minutes, puis disparut en faisant au mur un trou de 1^{cm} de diamètre. Une explosion se fit alors entendre dans une autre chambre de la maison, reliée à la première par la sonnerie électrique. Dans cette deuxième chambre, une lampe à pétrole allumée fut éteinte. La foudre passa de là dans les cabinets d'aisance, en faisant un trou au mur et rejoignit la terre par la conduite d'eau. Une forte odeur d'ozone se répandit dans cette chambre.

La foudre était entrée dans la maison par la tige de la girouette et avait rejoint le fil de la sonnerie en trouant un mur.

L'explosion dans la deuxième chambre eut lieu sans qu'aucun nouveau coup de tonnerre se fît entendre à l'extérieur....

Nous voyons donc en résumé :

1° Chute de la foudre, fluide électrique avec ses manifestations ordinaires;

2° Apparition d'un globe incandescent;

3° Disparition de ce globe incandescent et réapparition des phénomènes ordinaires produits par la chute de la foudre.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'extension du théorème de Clausius.* Note de M. E.-H. AMAGAT.

I. On sait que les physiciens sont loin d'être d'accord relativement à la validité des raisonnements conduisant à l'inégalité de Clausius dans le cas des cycles irréversibles; peut-être aussi peut-on, dans une certaine mesure, attribuer à des malentendus les résultats contradictoires de divers auteurs.

On lit par exemple, dans certains Ouvrages sur la Thermodynamique, que l'intégrale de Clausius est négative pour tout cycle fermé dans lequel les conditions de réversibilité relatives à la température ou à la pression n'ont pas été observées.

Tout d'abord, la condition relative à la température disparaît si l'on introduit dans l'intégrale non les températures des sources, mais celles des corps.

Si l'on introduit les températures des sources, les autres conditions de réversibilité étant du reste remplies, l'intégrale est négative, mais cela résulte immédiatement de ce qu'elle est nulle quand on conserve les températures des corps et, par suite, ne nous apprend rien de plus que l'égalité de Clausius, ainsi que l'a fait remarquer M. Lippmann.

La condition relative à la pression présente plus de difficultés, et l'explication, souvent donnée pour montrer que, si elle n'est pas remplie, l'intégrale est négative, ne supporte pas l'examen; on n'y tient aucun compte, en effet, des variations de force vive résultant forcément des différences de pression.

M. Duhem est conduit à un résultat tout différent : pour tout cycle fermé réversible ou non, mais ne comportant point de résistances passives (frottements, viscosités), l'intégrale reste nulle.

Il est vrai que, pour M. Duhem, la définition du cycle fermé comporte seulement

le retour aux valeurs initiales du volume, de la température et de la pression, tandis que la définition généralement acceptée comporte en plus le retour à l'état initial de toutes les autres conditions du système. Or, conformément à cette dernière définition, ce n'est qu'accidentellement qu'un cycle ne réalisant pas la condition relative à la pression pourrait être fermé; dans ce cas c'est donc la définition de M. Duhem qui s'impose.

On suit souvent, pour généraliser le théorème de Clausius, une méthode affranchie des difficultés relatives à la pression (qui n'entre pas dans le raisonnement); elle consiste à s'appuyer sur le théorème de Potier; d'après ce théorème, l'intégrale de Clausius est nulle ou négative, si les températures y sont celles des sources.

D'autres démonstrations que celle de Potier ont été données par Sarrau et par M. H. Poincaré; le fait paraît donc bien établi, mais là où la difficulté commence, c'est lorsqu'on cherche à substituer aux températures des sources celles des différents points du système.

M. H. Poincaré a déjà signalé du reste les réserves qu'il paraît prudent de faire à ce sujet; strictement aucune des démonstrations proposées n'est satisfaisante; en particulier, on y substitue aux sources réelles, des sources fictives assujetties à des conditions de température déterminées et en même temps à fournir à chaque transformation les mêmes quantités de chaleur que dans le cycle réel, ceci sans se préoccuper du temps, ce qui revient au fond à assujettir les sources fictives à des conditions que rien ne prouve être compatibles entre elles.

Dans un ordre d'idées très différent, M. Duhem a traité la question en lui donnant toute la généralité possible, mais la méthode qu'il a suivie exige la discussion minutieuse et approfondie de quelques hypothèses imposées par le degré même de généralité du point de vue auquel il s'est placé; il peut donc encore être intéressant de chercher si, en se restreignant par exemple au cas de la Thermodynamique proprement dite, on ne pourrait pas arriver au but par des moyens facilement abordables et n'exigeant d'autres hypothèses que les hypothèses courantes généralement acceptées par tous.

L'essai qui suit ne s'appliquera du reste qu'aux fluides, mais dans le cas général, c'est-à-dire que le système considéré pourra être formé de diverses parties liquides ou gazeuses, avec ou sans résistances passives, en mouvement, la température et la pression étant du reste continuellement variables, d'un point à l'autre du système et avec le temps.

II. 1° Supposons d'abord que le système fluide ne comporte ni frottements ni viscosités.

Isolons par la pensée une masse assez petite pour qu'on y puisse considérer la pression et la température comme uniformes; cette petite masse sera en mouvement sous l'influence des différences de pression des parties contiguës.

Soient pour une variation de volume dv de la petite masse : $d\varpi$ le travail des pressions extérieures et dW la variation de la force vive; nous pourrons

appliquer la formule bien connue d'Hydrodynamique

$$\int p\,dv = d\mathfrak{G} + dW. \tag{1}$$

L'intégrale cubique du premier membre se réduit ici à $p_1\,dv$, en désignant pour éviter toute confusion par p_1 la pression *intérieure* uniforme du petit élément; on aura donc

$$p_1\,dv = d\mathfrak{G} + dW. \tag{2}$$

La petite masse reçoit pendant cette transformation, soit des sources extérieures de chaleur, *soit des diverses parties du système,* une quantité de chaleur dq donnée par la relation

$$dq = dU + A\,d\mathfrak{G} + A\,dW. \tag{3}$$

Soit, d'après (2),

$$dq = dU + A p_1\,dv. \tag{4}$$

Cherchons maintenant la valeur de l'intégrale $\int \frac{dq}{T}$ pour la petite masse et une évolution complète.

Imaginons pour cela que cette masse accomplisse le même cycle, plongée dans un fluide dont on ferait varier la pression de façon à la maintenir continuellement uniforme et égale à la sienne; la masse passera ainsi successivement par les mêmes pressions que dans le cycle réel, mais d'une façon réversible; en même temps elle recevra de certaines sources des quantités positives ou négatives de chaleur; ces sources, *n'étant assujetties à aucune autre condition,* pourront toujours être choisies de manière que la petite masse repasse successivement par les mêmes températures en même temps que par les mêmes pressions, et par suite que par les mêmes volumes, que dans le cycle réel; ces conditions n'ont rien de contradictoire, il y a même une infinité de manières d'en concevoir la réalisation.

Pour chaque transformation élémentaire, la valeur de dU, qui ne dépend que des valeurs extrêmes de p, v et T, sera la même que dans le cycle réel; il en sera de même pour $p_1\,dv$, par suite pour dq et enfin pour $\frac{dq}{T}$.

La petite masse aura donc accompli un cycle fermé et réversible quant à la condition de pression; comme la température T est celle de la petite masse et non celle des sources, on aura pour le cycle en question et par suite

pour le cycle réel, puisque tous les éléments de transformation correspondants ont les mêmes valeurs dans les deux cycles,

$$\int \frac{dq}{T} = 0. \tag{5}$$

En répétant un raisonnement analogue pour chaque petite masse, on aura donc pour l'évolution complète de l'ensemble du système

$$\int\int \frac{dq}{T} = 0. \tag{6}$$

Ainsi donc, pour tout cycle fermé réversible ou non, mais ne comportant ni frottements ni viscosités, l'intégrale de Clausius est nulle; c'est le résultat auquel arrive M. Duhem; on remarquera du reste que le cycle n'est fermé que conformément à la définition adoptée par lui.

2° Introduisons maintenant des résistances passives :

Supposons d'abord que la transformation dv comporte un travail de frottement; la relation calorimétrique (3) subsistera sans modification; le frottement en effet dégage une quantité de chaleur égale à celle qu'absorberait le travail correspondant et que par suite les sources n'ont pas à fournir, la valeur de dq ne sera donc pas modifiée de ce fait; il suffira que le petit élément fluide soit choisi de façon à englober les éléments des surfaces frottantes, de telle sorte que la chaleur provenant du frottement se répande tout d'abord dans le susdit petit élément.

La relation (2) deviendra

$$p_1\, dv = d\mathfrak{E} + dW + d\mathfrak{E}_f. \tag{7}$$

En désignant par $d\mathfrak{E}_f$ le travail de frottement, on aura donc

$$dq = dU + Ap_1\, dv - A\, d\mathfrak{E}_f. \tag{8}$$

Supposons maintenant que la transformation dv comporte un travail de viscosité, on voit de suite que pour la même raison que ci-dessus la relation calorimétrique n'est pas modifiée.

D'autre part, la théorie des phénomènes de viscosité montre que le travail intérieur de la petite masse visqueuse se compose de trois termes dont le premier (travail intérieur de la pression isotrope) est précisément $p_1\, dv$, les deux autres sont de signes contraires au premier, leur ensemble constitue

le travail de viscosité $d\mathfrak{T}_v$; on aura par suite la relation suivante analogue à (7):

$$p_1\,dv - d\mathfrak{T}_v = d\mathfrak{T} + dW. \tag{7'}$$

Les deux travaux $d\mathfrak{T}_r$ et $d\mathfrak{T}_v$ sont essentiellement positifs.

L'équation calorimétrique sera donc la suivante, analogue à (8):

$$dq = dU + A p_1\,dv - d\mathfrak{T}_v. \tag{8'}$$

Enfin, pour une transformation dv comportant à la fois des frottements et des viscosités, nous aurons les deux relations

$$p_1\,dv = d\mathfrak{T} + dW + d\mathfrak{T}_f + d\mathfrak{T}_v. \tag{VII}$$

$$dq = dU + A p_1\,dv - A(d\mathfrak{T}_f + d\mathfrak{T}_v). \tag{VIII}$$

Cherchons maintenant la valeur de l'intégrale $\int \frac{dq}{T}$ pour un cycle fermé. Pour cela posons

$$dq' = dU + A p_1\,dv. \tag{9}$$

Nous aurons

$$\int \frac{dq}{T} = \int \frac{dq'}{T} - A \int \frac{d\mathfrak{T}_f + d\mathfrak{T}_v}{T}. \tag{10}$$

Considérons maintenant la petite masse de fluide subissant la même transformation dv, mais sans résistances passives, l'équation calorimétrique correspondante sera précisément la relation (9); par suite, répétant ici les raisonnements faits à propos de (4), nous verrons que l'intégrale correspondante pour un cycle fermé est nulle; on aura

$$\int \frac{dq'}{T} = 0, \tag{11}$$

et, par suite,

$$\int \frac{dq}{T} = - A \int\int \frac{d\mathfrak{T}_f + d\mathfrak{T}_v}{T}. \tag{12}$$

Puis enfin, faisant la somme pour toutes les petites masses,

$$\int\int \frac{dq}{T} = - A \int\int \frac{d\mathfrak{T}_f + d\mathfrak{T}_v}{T}. \tag{13}$$

Cette relation, comme on le voit, au double signe d'intégration près, ne diffère que par la notation de celle à laquelle est conduit M. Duhem.

III. Pour une transformation ouverte, entre les états (o) et (1), on aura :

$$\int\int \frac{dq}{T} = S_1 - S_0 - A\int\int \frac{d\mathfrak{G}_f + d\mathfrak{G}_v}{T} \tag{14}$$

et, pour la transformation élémentaire d'une masse de température uniforme,

$$dq = T\,dS - A(d\mathfrak{G}_f + d\mathfrak{G}_v),$$

d'où

$$T\,ds - A(d\mathfrak{G}_f + d\mathfrak{G}_v) = dU + A\,d\mathfrak{G} + A\,dW. \tag{15}$$

Par suite, ajoutant de part et d'autre $S\,dT$,

$$d(ST - U) = A\,d\mathfrak{G} + A\,dW + A(d\mathfrak{G}_f + d\mathfrak{G}_v) + S\,dT. \tag{16}$$

On aura donc, en tenant compte de (VII) et désignant $(ST - U)$ par H,

$$dH = p_1\,dv + S\,dT \quad \text{et} \quad p_1 = \frac{dH}{dv}. \tag{17 et 18}$$

En général, on arrive d'abord à la fonction H par la considération de phénomènes réversibles; la pression est alors introduite dans le calcul par le travail extérieur $p\,dv$, c'est-à-dire comme pression extérieure; si la fonction H ne dépend alors que de l'état (pvt) du corps, c'est uniquement par suite de l'égalité de la pression du corps et de la pression extérieure; mais, dans le cas de phénomènes irréversibles, on ne peut plus *a priori*, sans faire d'hypothèses, dire qu'il existe une fonction H ne dépendant que de l'état du corps et satisfaisant aux relations (17) et (18); on ne peut le faire qu'après avoir, comme ci-dessus, introduit dans la relation (16) la pression (p_1) du corps, en tenant compte de la relation (VII); on peut dire alors que les relations (17) et (18) sont vraies, que les transformations soient réversibles ou non avec ou sans résistances passives.

Maintenant, la relation (VII) peut s'écrire

$$\frac{dH}{dv}dv - d\mathfrak{G} = dW + d\mathfrak{G}_f + d\mathfrak{G}_v. \tag{19}$$

Si l'on y remplaçait $d\mathfrak{G}$ par $p\,dv$, p étant la pression extérieure, on aurait

$$\left(\frac{dH}{dv} - p\right)dv = dW + d\mathfrak{G}_f + d\mathfrak{G}_v, \tag{20}$$

relation qui rappelle de suite celle qu'on rencontre à la base de la théorie de M. Duhem dans le cas d'un système défini par une seule variable normale et la température.

PATHOLOGIE. — *Des caractères de l'infection tuberculeuse dans leurs rapports avec le diagnostic de la tuberculose par les moyens révélateurs.* Note de MM. S. **Arloing** et L. **Thévenot.**

Pour confirmer *post mortem* un diagnostic positif on cherche à l'ordinaire, avec le toucher et la vue, une lésion d'apparence tuberculeuse dans le poumon ou ailleurs. S'il existe un doute sur la nature de la lésion cherchée et trouvée, on procède à l'examen histologique de celle-ci. Quand la lésion est extrêmement circonscrite et coexiste avec un état de santé satisfaisant, la tuberculose est dite *latente*.

On n'a guère l'habitude, en l'absence d'une lésion perceptible au toucher et à l'œil, de chercher au microscope la trace de l'infection tuberculeuse. Aussi déclare-t-on erroné un diagnostic positif qui ne peut s'appuyer ultérieurement sur une lésion palpable.

A partir de 1901 (1), l'un de nous a montré que, dans des conditions particulières, l'infection tuberculeuse se borne à produire des lésions très minimes qui veulent être cherchées par les méthodes histologiques. Il prévoyait même des cas où l'infection n'a pas déterminé et ne déterminera peut-être jamais de lésions tissulaires. Ayant étudié systématiquement les viscères et les ganglions lymphatiques d'un grand nombre de sujets inoculés avec des bacilles de virulence variée, nous tenons à insister sur ces faits dont l'intérêt devient plus grand chaque jour.

II. Les bacilles humains, cultivés sur milieux solides, d'une virulence forte ou moyenne, injectés dans les veines des jeunes ruminants et du lapin, engendrent des lésions macroscopiques du type Villemin dans les poumons et souvent aussi dans la rate et le foie, rarement dans les reins. Si leur virulence est au-dessous de la moyenne, un examen superficiel des organes peut faire croire à l'échec de l'inoculation ; mais des coupes microscopiques faites à travers les organes d'élection montreront des lésions du type Villemin dans la plupart d'entre eux. Elles sont parfois moins caractéristiques dans le poumon que dans les autres organes.

---

(1) Voir S. Arloing, *Sur l'unité de la tuberculose* (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1901). — Sur le même sujet, Communication à la Conférence sur la tuberculose (Berlin, 1902) et Rapport au Congrès d'Hygiène de Bruxelles, 1903.

La virulence du bacille humain étant plus profondément modifiée, comme dans les cultures homogènes de S. Arloing, l'injection de petites doses produira les lésions du type Yersin attribuées par les auteurs à l'infection intra-veineuse du lapin par le *bacille aviaire*. Ces lésions manquent ou sont très peu développées dans le poumon. Elles frappent surtout le foie et la rate, ou le foie seulement. La rate est ordinairement hypertrophiée, quelquefois normale. Quant au foie, l'examen de sa surface ne laisserait pas supposer les altérations cachées dans sa profondeur. Sous l'influence du bacille précité, les cellules géantes n'apparaissent pas dans les lésions hépatiques; elles se montrent, au contraire, dans la rate, à l'intérieur ou hors des corpuscules de Malpighi, accompagnées ou non de cellules épithéloïdes.

Si l'injection introduit une très faible quantité de bacilles, le microscope peut ne pas déceler d'une façon certaine des lésions analogues aux précédentes. Cependant les inoculés ont bien été sous le coup d'une infection tuberculeuse, car celle-là pourra devenir évidente sur quelques sujets qui, avec le temps, présenteront arthrites ou synovites spécifiques, leurs viscères restant sains.

Les mêmes bacilles abordant les ganglions provoqueront une altération du protoplasme de certaines cellules (aspect trouble et granuleux et tendance à la fusion entre cellules voisines) ou simplement une lymphite temporaire. Ces lésions, définitives ou transitoires, échappent à l'œil nu. Elles sont l'expression anatomique la plus minime de l'infection tuberculeuse et conduisent à l'infection sans lésion traduite par la seule présence des bacilles qu'on démontre par l'examen direct ou par l'inoculation. Nous avons observé des exemples de ce dernier mode sur des bouvillons et des chevrettes : dans les ganglions mésentériques après les infections intestinales, dans les ganglions médiastinaux et bronchiques après des inoculations intra-veineuses, dans le ganglion sous-scapulaire après des inoculations sous-cutanées au cou.

III. Des faits ci-dessus se dégagent les conséquences suivantes :

1° L'invasion purement bacillaire réalise le type véritable de l'*infection latente* qui pourra s'évanouir sans provoquer de lésions *in situ* ou au delà. Les petites masses tuberculeuses, sommeillantes ou peut-être guérissantes, représentent non une tuberculose latente, mais une tuberculose établie.

2° L'infection se traduit encore par de simples altérations microscopiques qu'il faut chercher à l'aide de moyens appropriés.

3° La limitation plus ou moins grande des signes anatomiques de l'infection dépend de la virulence et de la dose des bacilles, ainsi que de l'immunité relative du sujet, naturelle ou consécutive à une vaccination.

4° Quel que soit le caractère revêtu par l'infection tuberculeuse, le sujet donne, à un certain moment, une réaction positive aux moyens expérimentaux de diagnostic, soit à la séro-agglutination, soit à la tuberculine déposée sous la peau ou à la surface de la conjonctive.

5° Les caractères variés de l'infection expérimentale peuvent se rencontrer dans l'infection accidentelle, vu que celle-ci a lieu avec des bacilles

plus ou moins virulents, à doses très inégales, et sévit sur des êtres doués d'une réceptivité plus ou moins grande.

6° Les moyens de diagnostic expérimentaux sont révélateurs de l'infection bacillaire plutôt que des lésions tuberculeuses palpables.

7° Il est donc permis de prévoir des désaccords, souvent plus apparents que réels, entre le diagnostic expérimental et le diagnostic *post mortem*. On en diminuera considérablement le nombre en cherchant à l'autopsie les altérations histologiques et à la rigueur la présence des bacilles.

8° A raison même de la subtilité du diagnostic expérimental, les infections qu'il dénonce peuvent guérir ou disparaître sans laisser de trace.

9° Il en résulte qu'aux moyens de diagnostic il serait très important d'ajouter des moyens de pronostic, afin de connaître l'avenir probable d'une infection tuberculeuse.

A cela tendent les efforts des auteurs des divers procédés de diagnostic de la tuberculose latente et de la tuberculose à lésions localisées et très circonscrites. Au surplus, on possède déjà quelques données à ce sujet.

RAPPORTS.

Rapport sur la nécessité de l'application exacte du système métrique décimal à toutes nos monnaies.

(Commissaires : MM. **Darboux**, **Bouquet de la Grye**, **Mascart**, **Lippmann**, **Poincaré**, **Radau**; **Violle**, rapporteur.)

Le Bureau des Longitudes a transmis le 30 décembre 1907, à l'Académie des Sciences, la lettre suivante que son président avait adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique le 27 novembre 1907 :

« Monsieur le Ministre,

» Le Bureau des Longitudes ayant appris qu'il est de nouveau question de créer et d'émettre une monnaie de nickel, comprenant des pièces de $0^{fr},05$, $0^{fr},10$ et $0^{fr},25$, émet le vœu que le Gouvernement s'attache à respecter les règles qui avaient été posées par les fondateurs du Système métrique et qui associaient à chaque unité effective seulement son double et sa moitié. La pièce actuelle de $0^{fr},25$ a été émise en désaccord avec ces règles. Pour se conformer au Système métrique, c'est la pièce de 2 décimes ou $0^{fr},20$ qui aurait dû être fabriquée.

» Le Bureau des Longitudes, heureux de constater les progrès incessants du Système métrique, fait remarquer combien il importe que, dans les pays où ce Système n'a pas été encore pleinement adopté, on ne puisse pas reprocher à la France d'en violer les règles et de ne pas en respecter la belle unité.

» *Signé* : FOURNIER. »

Ainsi saisie, l'Académie a nommé une Commission chargée d'examiner la question et de lui en référer.

Nous avons l'honneur de vous apporter les résultats de l'étude effectuée à cet objet.

La loi du 18 germinal an III, constitutive du Système métrique décimal, spécifie :

ART. 5. — ... l'unité des monnaies prendra le nom de *franc*.

ART. 7. — ... lorsqu'on voudra exprimer les dixièmes ou les centièmes du franc, on se servira des mots *décime* et *centime*.

Puis, elle ajoute :

ART. 8. — Dans les poids et les mesures de capacité, chacune des mesures décimales de ces deux genres aura son double et sa moitié, afin de donner à la vente des divers objets toute la commodité qu'on peut désirer : il y aura donc le double litre et le demi-litre, le double hectogramme et le demi-hectogramme, et ainsi des autres.

Bien que cet article 8 ne parle pas des monnaies, la même règle de donner à chaque unité décimale son double et sa moitié fut immédiatement appliquée.

Nous trouvons au Musée des Monnaies, dans la vitrine du *Système décimal* les pièces de

5 décimes 2 décimes 1 décime

respectivement frappées en l'an II, en l'an IV et en l'an V, ainsi que les pièces de

5 centimes 1 centime

frappées en l'an IV et en l'an VI.

En l'an VIII, on avait émis pour plus de 24 millions de francs de ces monnaies. Malheureusement, on ne tarda guère à faire des concessions aux

anciennes habitudes. A côté des mesures *républicaines*, on établit des mesures *usuelles :* toise de 2^m, aune de 120^{cm}, livre de $\frac{1}{2}$ kilogramme, double boisseau de $\frac{1}{4}$ d'hectolitre, etc.; on arrêta même bientôt l'emploi exclusif de ces mesures usuelles. Pareillement, on conserva les anciens sous, ainsi que les pièces de 6 liards. Dès l'an XI, on décidait la frappe de pièces conformes à l'ancien système duodécimal : pièce de 40^{fr} qui fut frappée jusqu'en 1849; pièces en argent de $\frac{3}{4}$ de franc et de $\frac{1}{4}$ de franc : cette dernière seule fut frappée également jusqu'en 1849.

On sait que ces pièces en argent, aussi bien celles de 25 centimes que celles de 20 centimes, trop petites pour circuler commodément, sont restées presque toutes en stock dans les grandes banques et n'ont eu aucune utilité pratique. Depuis 1869, l'Hôtel des Monnaies n'en fabrique plus.

Mais il importe, au point de vue qui nous occupe, de rappeler brièvement la longue étude qui a précédé le décret du 3 mai 1848, par lequel la fabrication des monnaies fut ramenée au système décimal. M. Ruau en a donné l'histoire complète dans son très intéressant Rapport à la Chambre des Députés sur la monnaie de nickel, le 28 janvier 1903. Nous le prendrons pour guide dans ce qui va suivre.

Tandis que la loi du 4 juillet 1837 révoquait les concessions faites à l'ancien système des poids et mesures et rétablissait intégralement les prescriptions de la loi fondamentale du 18 germinal an III, elle réservait la question des monnaies.

En conséquence, un arrêté du Ministre des Finances en date du 14 juillet 1838 instituait une Commission présidée par le baron Thénard, à l'effet d'examiner toutes les questions concernant le système monétaire qui convenait le mieux au pays.

Dans leur Rapport déposé au nom de cette Commission le 5 février 1840, MM. Dumas et de Colmont s'expriment ainsi :

« [La Commission] a pensé d'abord que le système décimal était rigoureusement applicable aux monnaies; elle propose donc de fixer le nombre et la dénomination des unités monétaires conformément à la nomenclature suivante :

1 centime	cuivre	2 décimes	argent	10 francs	or
2 centimes		5 décimes		20 francs	
5 centimes		1 franc			
1 décime		2 francs			
		5 francs			

» ... La création d'une pièce d'argent de 2 décimes, du poids de 1^g... [aura pour conséquence] le retrait et la démonétisation des pièces de $\frac{1}{4}$ de franc qui, conformément à la loi, ne peuvent en effet prendre place dans le système monétaire décimal....

» La Commission, dans le but de mettre les monnaies en harmonie complète avec le système décimal, est d'avis que les pièces actuelles, dites de $\frac{1}{2}$ franc, devront porter à l'avenir, pour légende indicatrice de leur valeur, les mots : 5 décimes.

» Elle émet l'opinion qu'on ne devra plus fabriquer de pièces de 40 francs, dont la valeur ne représente ni le double, ni la moitié d'aucune unité monétaire décimale. »

Conformément à ce Rapport, le Ministre des Finances déposait à la Chambre des Députés le 7 mars 1842 un projet de loi qu'il appuyait par ces motifs :

« D'après la loi sur les poids et mesures, les unités du système monétaire sont le centime, le décime et le franc. Les nouvelles monnaies doivent représenter exclusivement ces unités mêmes et leurs multiples décimaux. L'échelle monétaire, d'après cette donnée fondamentale, procédera donc comme il suit :

1 centime	2 centimes	5 centimes
1 décime	2 décimes	5 décimes
1 franc	2 francs	5 francs

Les pièces de 1, 2, 5 centimes et de 1 décime seront frappées en bronze. La pièce de 2 décimes devra être substituée, dans la nomenclature de nos monnaies d'argent, à celle du $\frac{1}{4}$ de franc, ... qui doit disparaître d'un système rigoureusement décimal. »

La Commission nommée par la Chambre des Députés pour étudier ce projet de loi ne partagea point cet avis. Son rapporteur, M. Pouillet, conclut à « conserver au moins la pièce de 25 centimes lorsqu'on supprime celle de 15 sous ou 75 centimes ».

Sur ces entrefaites, la Chambre fut dissoute, et le projet de loi ne vint pas en discussion.

Après plusieurs avatars, la question reparaît devant la Chambre le 24 juin 1845. M. Michel Poisat, rapporteur, se range à l'avis du Ministre d'alors, qui propose de démonétiser les pièces de 6 liards, ainsi que les pièces de 15 et de 30 sous, mais demande de continuer la frappe des pièces

en argent de $\frac{1}{2}$ franc et de $\frac{1}{4}$ de franc, sous la condition de remplacer au revers ces appellations par celles de 50 centimes et de 25 centimes.

Tel était le biais imaginé pour enfreindre la règle de ne prendre de chaque unité que le double et la moitié. Ce moyen s'accentue de curieuse manière dans le Rapport de M. Gay-Lussac à la Chambre des Pairs.

Après avoir proclamé « l'utilité et l'immédiate nécessité de l'application complète du système décimal à toutes nos monnaies », le rapporteur continue ainsi :

« Une fraction décimale devant toujours s'exprimer par la somme de ses unités de la plus petite espèce, on a fini par accepter la convenance d'exprimer en centimes la valeur des pièces de monnaie divisionnaires du franc, et désormais les pièces de $\frac{1}{4}$ de franc porteront pour expression de leur valeur 25 centimes et les pièces de $\frac{1}{2}$ franc celle de 50 centimes. Les décimes devront aussi porter la dénomination de 10 centimes.

» On se demande maintenant pourquoi la pièce de 15 sous ou de $\frac{3}{4}$ de franc, qu'on devrait traduire en 75 centimes, n'est pas décimale. Serait-ce parce qu'elle ne peut être exprimée par un nombre rond de décimes et que, pouvant l'être en centimes, c'est une pièce centésimale ?...

» Tels sont les résultats d'un principe mal compris, mal appliqué, plus décimal que le système décimal lui-même....

» La pièce de 2 francs a peu d'utilité ; celle de 2^{fr},50 serait de beaucoup préférable, ... et ce serait une coupure très heureuse et très commode de la pièce de 5^{fr}. »

La Chambre ne suivit pas Gay-Lussac jusque-là ; mais la loi du 10 juillet 1845 prolongea l'existence de la pièce de 25 centimes en argent jusqu'au décret du Gouvernement provisoire, en date du 3 mai 1848, qui la supprima pour la remplacer par la pièce de 20 centimes.

Il est certainement regrettable que, dans son retour au système décimal, le législateur de 1848 n'ait pas été jusqu'au bout et qu'il ait cédé à la « convenance » proclamée par Gay-Lussac d'exprimer en centimes la valeur de toutes les pièces de monnaie divisionnaires du franc, au lieu de revenir au *décime* institué dès la première heure par les fondateurs du Système métrique décimal et réclamé par Dumas en 1842.

Et pourquoi a-t-on éliminé le décime ? Pour conserver en fait comme unité pratique de la monnaie de billon, non pas le centime, mais la coupure de 5 centimes, c'est-à-dire le *sou*, duquel découlent si facilement les pièces de 5 sous, de 15 sous, de 30 sous, de 50 sous et bien d'autres, si l'on veut.

C'est ainsi que la Commission du budget en 1903 « a émis un vœu relatif à la création de la coupure de 2 centimes $\frac{1}{2}$, le démocratique demi-sou, dont l'absence a été si souvent regrettée par tous ceux qui s'intéressent à la vie de la classe ouvrière ».

Ces considérations économiques ont-elles tout le poids qu'on leur attribue? La pièce de 25 centimes, dont nous avons seule à nous occuper ici, a-t-elle, comme on l'a dit, une commodité particulière pour les paiements? L'enthousiasme plutôt médiocre avec lequel elle a été accueillie par le public ne semble pas attester cette vertu spéciale.

Ce qui est certain c'est qu'en l'établissant le Gouvernement n'a eu cure du système métrique décimal.

Et cependant la République française, auteur et dépositaire de ce système, a le devoir de le garder fidèlement.

Grâce aux efforts de la science et de la diplomatie, le système métrique étend chaque jour son domaine dans toutes les régions du globe. Mais, pour ne point gêner cette expansion bienfaisante, ne laissons pas accuser les Français d'être les premiers à le négliger dans la pratique courante.

La suppression de l'exception passagère qu'a faite la pièce de 25 centimes est d'autant plus désirable que les monnaies sont, en fait, les témoins les plus nombreux et les plus actifs du système numérique adopté par un peuple.

Lorsqu'ils ont adopté la monnaie de nickel, les Suisses, les Belges, les Serbes, les Bulgares, les Roumains, les Grecs ont obéi aux règles du système métrique; ils ont frappé des pièces de 20, 10 et 5 centimes. Les Italiens ont de même fabriqué d'abord des pièces de 20 centimes; mais, en 1901, quand ils ont substitué le nickel pur au bronze de nickel primitivement employé, ils ont décidé la frappe de pièces de 25 centimes. Était-il nécessaire de les imiter en cela?

Au moment où se pose la question de l'emploi, de plus en plus large et éminemment souhaitable, du nickel dans la fabrication de la monnaie de billon, il appartient à l'Académie des Sciences de signaler aux Pouvoirs publics la nécessité de rentrer dans l'application intégrale du système métrique décimal et de revenir, par conséquent, à la coupure correcte de 2 décimes.

Suivant les règles primitives et fondamentales du système métrique, les unités monétaires décimales sont: le franc; ses multiples par 10: dix francs, cent francs; et ses sous-multiples par 10: décime, centime.

Les seules pièces qui peuvent être frappées sont celles qui représentent les unités monétaires décimales, leur double et leur moitié, c'est-à-dire :

1 centime	2 centimes	5 centimes
1 décime	2 décimes	5 décimes
1 franc	2 francs	5 francs
10 francs	20 francs	50 francs
100 francs		

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour le poste de Directeur de l'Observatoire de Toulouse, vacant par suite de la nomination de M. *B. Baillaud* aux fonctions de Directeur de l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 55,

M. E. Cosserat obtient.......... 45 suffrages
M. L. Fabry » .... 10 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 52,

M. L. Fabry obtient .... 39 suffrages
M. Esclangon » .... 12 »

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne .... M. E. Cosserat
En seconde ligne........... M. L. Fabry

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la chaire de Géométrie appliquée aux

Arts vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers, par suite du décès de M. *Laussedat*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une *Notice sur la vie et les travaux de Henri Moissan*, par Paul Lebeau. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

2° *Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit*, par E. von Cyon. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la dispersion de la lumière dans les espaces célestes. Historique de la question et premiers résultats.* Note de M. **G.-A. Tikhoff**, présentée par M. Deslandres.

Depuis Newton, on a proposé plusieurs méthodes pour la solution de ce problème.

Dans son célèbre Mémoire *Sur la dispersion de la lumière* (Prague, 1836), Cauchy n'admet pas de dispersion dans l'espace, parce que « autrement les étoiles nous apparaîtraient, non plus comme des points brillants, mais comme des bandes lumineuses et très étroites qui offriraient à nos yeux les diverses nuances du spectre solaire » (page 185). Il s'agit, sans doute, de la constante de l'aberration, qui changerait d'une couleur à l'autre. Cependant, même si la différence des vitesses des rayons extrêmes est grande et atteint la deux-centième partie de la vitesse totale, l'angle de ces rayons est égal seulement à $0'',1$.

Arago a indiqué une méthode incomparablement plus sensible, en attirant l'attention sur l'observation des couleurs des étoiles variables. Or, on a trouvé dernièrement plusieurs autres causes de la variation périodique de couleur des variables, et la méthode d'Arago est devenue par là trop compliquée.

Lord Rayleigh, en 1881 (¹), a indiqué que la comparaison de la vitesse de la lumière, donnée par la méthode de l'aberration d'une part (vitesse individuelle des ondes) et par les satellites de Jupiter de l'autre (vitesse des groupes d'ondes), ne donne pas lieu d'admettre la dispersion dans l'espace annoncée par MM. Forbes et Young (²), qui ont admis pour le vide, d'après leurs expériences par la méthode de Foucault, l'excès de la vitesse des rayons bleus sur celle des rayons rouges de 2 pour 100 à peu près.

M. Förster a indiqué que la dispersion étendrait en spectres les étoiles ayant une

(¹) *Nature* (anglaise), vol. XXIV, p. 382.

(²) *Proceed. of the Royal Soc. of Edinburgh*, session 1881-1882.

grande vitesse perpendiculaire à la ligne de visée. La sensibilité de la méthode est comparable à celle de la méthode de Cauchy ([1]).

J'ai abordé le problème de la dispersion en 1896 et j'ai indiqué un peu plus tard deux méthodes différentes ([2]). La première consiste à comparer les phases du mouvement orbital des étoiles doubles spectroscopiques; ces phases étant calculées avec les déplacements de raies différentes, espacées autant que possible dans le spectre. N'ayant pas alors les appareils nécessaires pour appliquer cette méthode, j'ai remarqué qu'on peut comparer la phase du mouvement orbital (observé ordinairement dans la région H_γ) des étoiles doubles spectroscopiques et variables en même temps, avec la phase de leur éclat (observée oculairement, région $560^{\mu\mu}$).

En admettant que les vitesses zéro doivent correspondre au minimun d'éclat, j'ai appliqué cette méthode aux étoiles δ Céphée et η Aigle, ce qui m'a donné des déplacements très grands (26 et 46 heures respectivement) et dans le sens tel que la dispersion serait inverse par rapport à celle des milieux transparents.

Dans la même Note, j'ai indiqué la possibilité de comparer entre elles les distances des étoiles dans le cas où la dispersion supposée est réelle.

En 1900, M. Schwarzschild ([3]) publie les résultats de ses observations photographiques des variables η Aigle et β Lyre. La comparaison de ces courbes avec les courbes observées oculairement ne lui a pas donné le décalage appréciable qui dépasserait les erreurs de l'observation ($\pm$ 5 heures pour β Lyre et 6 heures pour η Aigle). Ainsi mon explication du déplacement des courbes spectrales et photométriques ne s'est pas confirmée. On connaît à présent le déplacement analogue pour 10 étoiles du type de δ Céphée ([4]), et il faut chercher son explication dans la nature même de ces étoiles.

Lors de mon premier séjour à Meudon, en 1898-1899, j'ai fait des expériences sur la spectrophotométrie des étoiles variables par la méthode visuelle, toujours dans le but de la recherche de la dispersion. Or, en appliquant la méthode ordinaire prismatique, je me suis heurté à des difficultés pratiques insurmontables, et j'ai été conduit à des méthodes spectrophotométriques plus simples qui ont été employées plus tard.

([1]) H. Homann, *Beiträge zur Untersuchung der Sternbewegungen....* (*Inaug. Dissert.*, Berlin, 1885).

([2]) *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, t. XXVII, 1898.

([3]) *Publicationen der v. Kuffner'schen Sternwarte in Wien*, Band V, 1900.

([4]) *Lick Observatory Bulletin*, n° 118.

En 1903, M. Bélopolsky a commencé à Poulkovo des observations systématiques de β Cocher dans le but d'appliquer une méthode spectrale à la recherche de la dispersion. Une cinquantaine de ces spectres ont été étudiés par M. Bélopolsky; ces mêmes spectres et d'autres en nombre égal ont été étudiés par moi d'une manière différente. Nous sommes arrivés à la même conclusion, à savoir que la phase de l'orbite indigo (correspondant à $450^{\mu\mu}$) devance celle de l'orbite violette (correspondant à $400^{\mu\mu}$) de 10 à 20 minutes, l'erreur moyenne de ce décalage étant à peu près la moitié du décalage même (¹).

Au commencement de 1906 j'ai entrepris, à Poulkovo, des observations photographiques de l'éclat des étoiles variables à travers des filtres sélecteurs à la gélatine colorée que j'ai pu préparer de façon qu'ils laissent passer successivement 8 parties du spectre, différentes et échelonnées, du rouge à l'ultra-violet. C'est la méthode très simple signalée plus haut.

Pour commencer, j'ai étudié l'étoile du type d'Algol, RT Persée et W Grande Ourse.

Voici les résultats que j'ai obtenus par la méthode des degrés, transportée sur l'épreuve photographique, et qui paraîtront prochainement *in extenso* dans le numéro 21 des *Mitteilungen* de l'Observatoire de Poulkovo.

RT Persée (période: $20^h 23^m 10^s$). Étudiée dans les rayons de $560^{\mu\mu}$ et $430^{\mu\mu}$. 34 étoiles de comparaison. Durée de variation : 3 heures et 2 heures respectivement. Le minimum de la courbe $560^{\mu\mu}$ est en avance sur celui de l'autre de 4 minutes.

W Grande Ourse (période: $4^h 0^m 13^s,2$). Étudiée dans les rayons $625^{\mu\mu}$ (orangé), $490^{\mu\mu}$ (bleu vert) et $380^{\mu\mu}$ (ultra-violet). 13 étoiles de comparaison. Les courbes orangée et ultra-violette sont bien semblables. La courbe bleu vert est moins certaine et offre un minimum double. Le minimum orangé est en avance sur le minimum ultra-violet de 10 minutes. On a constaté de plus une grande diversité dans les couleurs des étoiles de comparaison.

Ainsi les trois étoiles (β Cocher, RT Persée et W Grande Ourse) ont donné le décalage dans le même sens, à savoir que les rayons de longueur

---

(¹) Voir la Note de M. Bélopolsky dans le *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, t. XXI, octobre 1904 (en russe) et mon livre *Essai sur la dispersion d'après les observations de* β *Aurigae* (en russe), édité en 1905 par l'École supérieure des Mines à Ekaterinoslaw. Ces deux Mémoires ont été résumés dans l'*Astronomisches Jahrbuch* de 1905 et 1906.

d'onde plus grande sont en avance sur ceux de longueur d'onde plus petite.

Il est important de noter que les observations de M. Nordmann, communiquées à l'Académie le 24 février, donnent le décalage dans ce même sens pour β Persée et λ Taureau.

Dans mes méthodes et dans celle de M. Nordmann, il s'agit de l'observation des groupes d'ondes dans le sens indiqué par Lord Rayleigh [1] et M. Gouy [2]. Or, en désignant la vitesse du groupe d'ondes par U et celle des ondes individuelles par V, on a la relation connue

$$U = V - \lambda \frac{dV}{d\lambda}. \tag{1}$$

Admettons pour le milieu interstellaire la loi de la dispersion

$$\frac{V_0}{V} = A + \frac{B}{\lambda^2}, \tag{2}$$

où V_0 désigne la vitesse de la lumière dans un milieu non dispersif et A et B sont des constantes positives; des équations (1) et (2) on obtient la relation que voici

$$dU = 3\,dV.$$

Dans la déduction de cette formule nous avons admis $A\frac{V}{V_0} = 1$, ce qui est vrai en négligeant les petites quantités du deuxième ordre.

Donc, si les décalages trouvés proviennent de la dispersion, ils sont trois fois plus grands que ceux qu'on calculerait d'après les indices de réfraction qui donnent V.

Par conséquent, ces méthodes sont trois fois plus sensibles qu'on ne le croyait avant, et il faut diviser tous les décalages observés par 3 pour avoir la dispersion dans le sens ordinaire, c'est-à-dire la dispersion des ondes individuelles.

Si la dispersion dans l'espace suivait la loi

$$V = a + b\lambda,$$

---

(1) *The theory of Sound,* t. I, n° 191 et Appendice.

(2) *Comptes rendus,* t. XCI, p. 877; t. CI, p. 502; t. CIII, p. 244. — *Journal de Mathém. pures et appliquées,* t. VIII, 1882, p. 335.

où a et b sont des constantes, on aurait $U = a$, et une telle dispersion échapperait complètement à nos méthodes ([1]).

Quelques observations sur les éclats optiques et photographiques des étoiles viennent à l'appui des résultats indiqués, en donnant lieu de supposer dans l'espace une absorption sélective de la lumière, qui augmenterait avec la latitude galactique et la diminution de la longueur d'onde ([2]); il en suit aussi la possibilité d'admettre la différence de la dispersion dans les latitudes galactiques différentes.

En résumé, les premiers résultats sont encourageants, et les recherches sur la dispersion cosmique sont engagées dans une bonne voie. En particulier, la méthode que j'ai adoptée et qui est basée sur l'enregistrement photographique et les filtres sélecteurs se prête bien au développement ultérieur, puisqu'on peut aller avec les miroirs métalliques dans l'ultra-violet jusqu'à $300^{\mu\mu}$ d'une part (voir les travaux de M. Hyggins), et d'autre part jusqu'à la région rouge et même infra-rouge.

Avec les variables convenablement choisies, il semble possible d'apprécier les moments des phases avec l'approximation de quelques dizaines de secondes de temps.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de la planète Mars.* (Extrait d'une lettre.) Note de M. P. LOWELL, présentée par M. Deslandres.

L'Observatoire de Flagstaff (Arizona, États-Unis) a toujours accordé une grande attention à la planète Mars et, en particulier, à la question si controversée de la présence de la vapeur d'eau dans son atmosphère. Les résultats publiés jusqu'ici sont contradictoires, à cause de la difficulté d'éliminer l'effet perturbateur dû à la vapeur d'eau terrestre. Les premiers observateurs (Janssen, Huggins, Vogel) ayant reconnu les bandes de la vapeur d'eau dans le spectre de Mars, ont admis la présence de la vapeur dans la planète. Mais les observateurs suivants : Keeler et Campbell, en particulier, ont remarqué que la Lune, placée dans le voisinage et privée d'atmosphère, comme on sait, offrait au même moment les mêmes bandes

---

(1) GOUY, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XVI, 1889, p. 283.
(2) J.-C. KAPTEYN, *Bull. de la Carte du Ciel*, t. II, p. 131.

au moins aussi intenses, et ils ont pu admettre une origine purement terrestre.

Les recherches faites à Flagstaff sur la question ont été poursuivies avec la plaque photographique et, au début, dans une région du spectre qui ne présente pas les plus fortes bandes de la vapeur d'eau; elles n'ont d'abord donné aucun résultat net. Mais, récemment, nous avons pu, M. Slipher et moi, préparer des plaques sensibles au rouge extrême et capables de donner, avec une pose de 2 à 3 heures, le spectre de la planète dans la région de la bande *a*, qui est de beaucoup la bande la plus intense de la vapeur. C'est ainsi que cette bande, dans la nomenclature de Rowland, a une intensité représentée par le nombre 79, alors que la bande de même origine, près de la raie G, est notée seulement avec l'intensité 5.

Or, dans le mois de janvier de cette année, nous avons obtenu des spectres de Mars qui montrent nettement la bande *a*, alors que le spectre de la Lune, photographié sur la même plaque, n'en offre aucune trace; et cependant, le 15 janvier par exemple, la hauteur de Mars au-dessus de l'horizon était de 43°, et celle de la Lune, notablement moindre, de 30° seulement.

Je crois pouvoir conclure à la présence certaine de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de polynomes tayloriens.* Note de M. A. Buhl.

Mes recherches sur la sommabilité des séries me conduisent à de nouvelles séries de polynomes représentant une fonction *uniforme* dans tout le champ complexe sous certaines restrictions ne diminuant pas leur valeur pratique.

Soit $F(x)$ la fonction considérée à laquelle, pour plus de commodité, je ne suppose, à distance finie, que des pôles simples a_k de résidus A_k. Supposons connu un développement taylorien valable dans le voisinage d'un point régulier qui sera l'origine. Soit s_n la somme des $n+1$ premiers termes de ce développement.

Il est possible de représenter $F(x)$ *par une série formée uniquement des polynomes* s_n que j'appelle *polynomes tayloriens*.

Il est à peine utile de faire remarquer que de telles séries sont incomparablement plus importantes que celles où interviennent des polynomes plus

ou moins quelconques; si par exemple F désigne l'intégrale d'une équation différentielle, on pourra étendre immédiatement à tout le plan l'intégrale locale constituée par un développement taylorien puisque la connaissance de celui-ci et la connaissance des polynomes s_n ne font qu'une seule et même chose.

Soient $f(\xi)$ une fonction entière et c_n le $(n+1)^{\text{ième}}$ terme de son développement taylorien en ξ valable dans tout le plan des ξ.

Dans le *Bulletin des Sciences mathématiques* (juin 1907) j'ai démontré que

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_C \int_\Gamma \frac{F(z) f(\zeta)\, dz\, d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(z-\frac{\xi x}{\zeta}\right)} = \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)\frac{f(\zeta)\, d\zeta}{\zeta-\xi},$$

si $|\xi| < \rho$, $|\xi x| < \rho r$. C est le cercle de rayon r qui ne contient aucun a_k et Γ est un cercle de rayon ρ tout à fait quelconque, puisque f est une fonction entière. Dans ces conditions les inégalités précédentes n'empêchent pas ξ et x d'être quelconques. Appliquant encore la théorie des résidus à la dernière intégrale obtenue, il vient finalement (*loc. cit.*)

$$F(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c_n s_n}{f(\xi)} + \sum_k \frac{f\left(\frac{\xi x}{a_k}\right)}{f(\xi)} \frac{x A_k}{a_k(x-a_k)}. \tag{1}$$

Il s'agit maintenant dans le second membre ainsi obtenu de faire disparaître le second sigma. Il semble qu'on puisse obtenir cela de bien des manières.

On peut choisir f de manière que le rapport de $f\left(\frac{\xi x}{a_k}\right)$ à $f(\xi)$ tende vers zéro quand ξ tend vers une certaine limite (l'infini par exemple).

Cette méthode redonne les résultats de M. Borel où n'interviennent que des fonctions sommatrices f dépourvues de zéros.

Considérons au contraire une fonction f ayant des zéros distribués dans tout le plan et prenons même, pour fixer les idées, la fonction σ de Weierstrass ayant pour zéros tous les sommets du quadrillage orthogonal formé par les axes et des parallèles à ceux-ci d'abscisses et d'ordonnées ± 2, ± 4, ± 6, ...

Admettons d'abord, pour plus de simplicité, que $F(x)$ soit une fraction rationnelle de pôles $a_1, a_2, \ldots, a_n$. Divisons l'unité de longueur en p parties

égales et admettons encore qu'on puisse poser

$$(2) \qquad a_k = \frac{1}{p}(a_{k1} + i a_{k2}), \qquad x = \frac{1}{p}(x_1 + i x_2),$$

a_{k1}, a_{k2} étant des entiers réels dont l'un est pair, l'autre impair, tandis que x_1 et x_2 sont des entiers tous deux pairs. Alors

$$(3) \qquad \frac{\xi x}{a_k} = \xi(x_1 + i x_2)\frac{a_{k1} - i a_{k2}}{a_{k1}^2 + a_{k2}^2}$$

et, si l'on prend ξ égal à

$$(4) \qquad \xi_n = \prod_{k=1}^{k=n} (a_{k1}^2 + a_{k2}^2),$$

on a ainsi un nombre ξ réel, fini et impair, cependant que $\frac{\xi x}{a_k}$ est un entier complexe pair. Donc $\sigma\frac{\xi x}{a_k}$ est nul et $\sigma\xi$ ne l'est pas. La formule (1) donne alors

$$(5) \qquad F(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c_n s_n}{\sigma\xi}.$$

Si les pôles a_k sont en nombre illimité, le produit (4) diverge, et il en est de même de (3); mais cela n'empêche pas que ces expressions sont toujours l'une un entier réel impair, l'autre un entier complexe pair. Le second sigma de (1) disparaît encore et, si l'on pose

$$S_n = \frac{c_0(\xi_n)s_0 + c_1(\xi_n)s_1 + \ldots + c_n(\xi_n)s_n}{\sigma\xi_n},$$

on a

$$(6) \qquad F(x) = S_0 + (S_1 - S_0) + (S_2 - S_1) + \ldots.$$

Les c, coefficients du développement de σ, sont des quantités bien connues où figurent les invariants g_2 et g_3 qui, ici, sont réels.

On voit qu'avec les formules (5) ou (6) x peut parcourir tout le plan, sous la seule condition que les hypothèses de rationalité (2) soient vérifiées. Les a_k et les x ne peuvent être pris dans l'ensemble continu de toutes les valeurs complexes, mais seulement dans un ensemble dénombrable. D'autre part, comme p est aussi grand qu'on voudra, les éléments du second ensemble différeront d'aussi peu qu'on voudra de ceux du premier; c'est

pourquoi j'ai parlé, au début de ma Note, de restrictions ne diminuant pas la valeur pratique des séries obtenues. Remarquons enfin qu'elles pourraient être obtenues d'une infinité de manières, la fonction σ n'ayant été choisie dans ce qui précède que pour raisonner rapidement sur un exemple simple.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Solution générale du problème d'équilibre dans la théorie de l'élasticité, dans le cas où les efforts sont donnés à la surface.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

Le problème *des efforts* de trouver trois fonctions u, v, w continues avec leurs premières dérivées dans un domaine τ et satisfaisant aux équations

$$(1) \qquad \Delta u + k\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0 \quad [1] \qquad \text{(à l'intérieur)},$$

$$(2) \qquad \frac{\partial u}{\partial \nu} = \frac{1-k}{2}\theta\cos(\nu x) - \frac{1}{2}[\mathfrak{w}\cos(\nu y) - \mathfrak{v}\cos(\nu z)] + f_1 \qquad \text{(à la surface } s\text{)},$$

où f_1, f_2, f_3 désignent trois fonctions données à la surface, remplissant les six conditions

$$(3) \qquad \begin{cases} \int_s f_1\,ds = 0, \\ \int_s (y f_3 - z f_2)\,ds = 0, \end{cases}$$

et k une constante donnée, a résisté le plus longtemps aux tentatives de solution générale. La difficulté provient du fait qu'en envisageant k comme un paramètre et u, v, w comme des fonctions de k, on arrive pour $k = 0$ (le cas qui pourrait être traité par la théorie des fonctions harmoniques) à un point singulier essentiel. Avant d'aborder le problème (1)(2), il faut

---

[1] Nous nous servirons toujours des abréviations

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\mathfrak{u} = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z};$$

ν désigne la normale intérieure de la surface.

donc d'abord résoudre le problème pour un $k \neq 0$. Voici comment on peut d'abord résoudre un tel problème préliminaire ($k = 1$) :

$$(4) \qquad \Delta u + \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0 \qquad \text{(à l'intérieur)},$$

$$(5) \qquad \frac{\partial u}{\partial \nu} = -\frac{1}{2}[\mathfrak{w} \cos(\nu y) - \mathfrak{v} \cos(\nu z)] + f_1 \qquad \text{(à la surface } s\text{)}.$$

On peut trouver par la méthode des approximations successives trois fonctions harmoniques dans τ : u', v', w' satisfaisant aux conditions

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\partial u'}{\partial \nu} = -\lambda \left[3 \dfrac{\partial u'}{\partial \nu} + \dfrac{1}{2\pi} \dfrac{\partial^2}{\partial x \, \partial \nu} \displaystyle\int_\tau \theta' \frac{d\tau}{r} + 2\mathfrak{w}' \cos(\nu y) - 2\mathfrak{v}' \cos(\nu z) \right] + f_1 \\ \qquad \text{(à la surface } s\text{)}, \end{array} \right.$$

si le nombre donné λ n'appartient pas à une suite de nombres $\lambda_1, \lambda_2, \ldots$

$$|\lambda_1| < |\lambda_2| < \ldots$$

avec un point essentiel à l'infini. Les séries procédant par puissances de λ, que la méthode des approximations successives nous donne pour u', v', w', auront un rayon de convergence qui sera > 1, *in sensu rigoroso*, on saura donc résoudre le problème pour $\lambda = 1$:

$$(7) \qquad \frac{\partial u'}{\partial \nu} = -\frac{1}{8\pi} \frac{\partial^2}{\partial x \, \partial \nu} \int_\tau \theta' \frac{d\tau}{r} - \frac{1}{2}(\mathfrak{w}' \cos(\nu y) - \mathfrak{v}' \cos(\nu z)) + \frac{f_1}{4},$$

qui est identique avec le problème (4)(5) si l'on pose

$$(8) \qquad u = 4u' + \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial x} \int_\tau \theta' \frac{d\tau}{r}.$$

Après avoir ainsi résolu le problème (7), c'est-à-dire aussi le problème (4)(5), on peut aborder le problème (1)(2) pour un k quelconque. On peut trouver, par la méthode des approximations successives, trois fonctions harmoniques dans τ, u', v', w', satisfaisant aux conditions

$$(9) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\partial u'}{\partial \nu} + \dfrac{1}{8\pi} \dfrac{\partial^2}{\partial x \, \partial \nu} \displaystyle\int_\tau \theta' \frac{d\tau}{r} + \frac{1}{2}[\mathfrak{w}' \cos(\nu y) - \mathfrak{v}' \cos(\nu z)] \\ \quad = \Lambda \left\{ -\dfrac{\partial u'}{\partial \nu} + \dfrac{1}{2} \theta' \cos(\nu x) - \dfrac{1}{2}[\mathfrak{w}' \cos(\nu y) - \mathfrak{v}' \cos(\nu z)] \right\} + f_1 \end{array} \right. \qquad \text{(à la surface } s\text{)}$$

si le nombre Λ n'appartient pas à une suite de nombres $\Lambda_1, \Lambda_2, \ldots$

$$1 \leqq |\Lambda_1| < |\Lambda_2| < \ldots$$

avec un point essentiel à l'infini. Les séries procédant par puissances de Λ, que la méthode des approximations successives nous donne pour u', v', w', seront toujours convergentes si $|\Lambda| < 1$, *in sensu rigoroso*. Le problème (9) devient identique avec le problème proposé (1) (2) si l'on pose

$$(10) \qquad \begin{cases} u = (1+\Lambda)u' + \dfrac{1}{8\pi}\dfrac{\partial}{\partial x}\displaystyle\int_\tau \theta' \dfrac{d\tau}{r}, \\ k = \dfrac{1}{1+2\Lambda}; \end{cases}$$

on saura donc résoudre le problème proposé si

$$k > \frac{1}{3} \qquad (\textit{in sensu rigoroso}).$$

Pour

$$(11) \qquad k_j = \frac{1}{1+2\Lambda_j}$$

il y aura des triplets de fonctions continues avec leurs premières dérivées dans τ et satisfaisant aux équations

$$(12) \qquad \Delta u_j + k_j \frac{\partial \theta_j}{\partial x} = 0 \qquad (\text{à l'intérieur}),$$

$$(13) \qquad \frac{\partial u_j}{\partial \nu} = \frac{1-k_j}{2}\theta_j \cos(\nu x) - \frac{1}{2}[w_j \cos(\nu y) - v_j \cos(\nu z)] \qquad (\text{à la surface } s).$$

Je propose d'appeler ces triplets les *triplets de Cosserat* [1] *de seconde espèce*. Les séries procédant par ces fonctions joueront, pour le problème *des efforts*, le même rôle qu'au cas où les déplacements sont donnés à la surface, les séries procédant par les *triplets de Cosserat de première espèce* U_j, V_j, W_j satisfaisant aux équations

$$(14) \qquad \Delta u_j + k_j \frac{\partial \theta_j}{\partial x} = 0 \qquad (\text{à l'intérieur}),$$

$$(15) \qquad u_j = 0 \qquad (\text{à la surface } s).$$

Les démonstrations explicites de toutes ces propositions seront données dans un Mémoire plus étendu.

---

[1] Voir le cas de la sphère (E. et F. COSSERAT, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 271).

PHYSIQUE. — *Sur l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.* Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

M. Doumer (¹), dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 17 février, conclut que « dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique, une partie du courant qui n'est nullement négligeable sert à l'électrolyse de l'eau de la dissolution, et qu'il faut tenir compte de ce phénomène, soit dans la détermination des facteurs de transport des ions H et Cl, soit dans la mesure de la conductibilité de ces dissolutions et peut-être aussi dans la mesure de leur acidité ».

Ces questions de physicochimie intéressent M. Doumer, sans doute parce qu'elles se rattachent à des applications d'ordre biologique concernant le transport électrolytique des médicaments. Il y a quelques mois, M. Doumer (²) avait soulevé contre la théorie d'Hittorf des objections auxquelles il m'avait déjà semblé utile de répondre (³), car, dans des questions aussi importantes que le sont en électrothérapie les phénomènes de l'électrolyse, il est nécessaire de ne pas répudier comme fil conducteur une théorie classique admise par les physiciens et les électrochimistes.

Il me semble que la Note de M. Doumer ouvre à nouveau ce débat relativement à la détermination de la vitesse de transport des ions. Or nous possédons un travail très soigné des chimistes américains Noyes et Sammet (⁴) relatif à la mobilité des ions H et Cl dans les solutions étendues d'acide chlorhydrique. Ces savants employaient, précisément comme M. Doumer, une anode d'argent et, comme lui, se sont rendu compte des perturbations auxquelles il fait allusion. Cela ne les a pas empêchés de trouver pour des solutions étendues d'HCl $\left(\frac{1}{20}, \frac{1}{60}, \frac{1}{180} \text{ normale}\right)$ des nombres parfaitement concordants dans de longues séries d'expériences.

Ces recherches constituent donc une *preuve expérimentale* que les pertur-

---

(¹) Doumer, *Comptes rendus* du 17 février, t. CXLVI, p. 329.

(²) Doumer, *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie et de radiologie médicale,* mai 1907.

(³) Discussion sur la Communication de M. Doumer : *Critique de l'hypothèse d'Hittorf* (*Bulletin de la Société française d'électrothérapie et de radiologie médicale,* juin 1907 et juillet 1907).

(⁴) Noyes et Sammet, *Zeitsch. f. physik. Chemie,* t. XLIII, 1903, p. 49-74.

bations dues au dégagement de O dans les phénomènes de l'électrolyse n'influencent en aucune façon l'exactitude des nombres de transport. D'ailleurs on pourrait le prévoir, puisque dans une dissolution étendue d'acide chlorhydrique, les ions Cl et H sont les seuls qui conduisent le courant électrique, les ions H et OH de l'eau ne prenant aucune part appréciable à la conductibilité.

Rappelons aussi que Bunsen [1] avait étudié l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique et que MM. Haber et Grinberg [2] ont consacré plusieurs Mémoires importants à cette étude et aux nombreux phénomènes anodiques qui accompagnent cette électrolyse.

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse d'évaporation et sur un procédé de détermination de l'état hygrométrique.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

1. En atmosphère illimitée et dans des conditions déterminées de température et de pression, la vitesse d'évaporation de l'eau est proportionnelle à la chute de tension $F - f$,

$$Q = B(F - f), \tag{1}$$

Q étant la quantité d'eau évaporée dans un temps donné, F la tension maxima, f la tension dans l'atmosphère et B une constante dépendant d'ailleurs de la forme du vase à évaporation et de la hauteur de liquide.

Puisque B est indépendant de f et ne paraît dépendre que de la différence $F - f$, on peut se demander s'il ne conserve pas la même valeur lorsque, sans changer les conditions de température et de pression, on diminue artificiellement F en mélangeant à l'eau un corps fixe.

Si cette hypothèse est vérifiée, dans les solutions aqueuses des corps fixes, B doit être indépendant de la nature du corps dissous, de la concentration et doit rester le même lorsque $F - f$ change de signe.

Je me suis proposé de vérifier le fait sur les solutions d'acide sulfurique.

Parmi les solutions d'acide sulfurique, il y en a huit dont les tensions maxima sont exactement connues entre 5° et 35° [3]. Leurs contenances

---

(1) Bunsen, *Pogg. Ann.*, t. C, p. 64.

(2) Haber et Grinberg, *Zeitsch. anorg. Ch.*, t. XVI, 1898, p. 198-228 et p. 329-361.

(3) Regnault, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XV, 1845, p. 179.

pour 100 en SO^4H^2 sont respectivement :

73,13 64,47 57,65 52,13 43,75 37,69 33,10 24,25

Leurs tensions à 15° oscillent entre $0^{mm},651$ et $10^{mm},641$; jointes à l'acide sulfurique pur ($F = 0$) et à l'eau pure (tension à 15° : $12^{mm},728$), elles m'ont fourni une échelle de tensions très suffisante pour vérifier les conclusions qui précèdent.

La difficulté est de réaliser l'évaporation dans des conditions comparables et qu'on puisse considérer comme équivalentes à celles d'une atmosphère illimitée. On peut, toutefois, admettre qu'il en est toujours ainsi dans les premiers instants du phénomène.

Pour n'utiliser que cette période initiale, tout en conservant aux mesures une approximation suffisante, on opère de la façon suivante :

5^{cm^3} de la solution à étudier sont versés dans une petite cuve à fond plat et à section rectangulaire dont les parois ont été recouvertes d'une couche de paraffine assez épaisse pour supprimer tout contact entre le verre et le liquide et délimiter nettement la surface libre. La cuve contenant le liquide est déposée sur le plateau droit d'une balance Collot munie du dispositif à projection et dont la cage a une contenance d'une centaine de litres environ. Des poids sont ajoutés jusqu'à faire équilibre à une charge constante (50^g) placée dans le plateau gauche. L'équilibre étant établi à quelques milligrammes près, la cage de la balance est fermée, et l'on note la perte de poids que subit la solution pendant la durée de 10 oscillations du fléau ($109^s,25$).

Si α_1, β_1, α_2, β_2 sont les déviations droites et gauches au début et à la fin de la mesure, on a

$$p = k(\alpha_2 + \beta_1 - \alpha_1 - \beta_2), \tag{2}$$

p étant le poids cherché, en grammes, et k une constante égale à 0,0002.

Les lectures sur le cadran lumineux se font facilement à $\frac{1}{10}$ de division près. La balance est d'ailleurs très peu amortie et, à poids constants, deux élongations successives du même côté ne diffèrent pas de plus de $\frac{1}{10}$ de division. La formule (2) est donc exacte au degré d'approximation de la mesure.

La quantité d'eau évaporée est trop petite pour modifier d'une façon bien appréciable l'état hygrométrique à l'intérieur de la cage. Pour tenir compte, toutefois, de cette modification et supprimer la mesure de f, tension de la vapeur dans l'air, qu'il n'est guère possible de faire exactement, on emploie le système des expériences croisées.

Deux cuves identiques (leurs sections ne diffèrent pas de $\frac{1}{100}$ de leur valeur) contiennent : la première, de l'eau; la seconde, la solution à étudier. On fait trois expériences successives : 1° sur la solution; 2° sur l'eau; 3° sur la solution. Chaque expérience dure environ 3 minutes; si p_1, p_2, p_3 sont les valeurs correspondantes de p, on

peut admettre que $\frac{p_1+p_3}{2}$ représente le poids de solution qui serait évaporé dans les conditions de l'expérience notée 2°.

L'erreur qui en résulte est très faible, p_1 et p_3 étant très peu différents :

p_1 (milligr.)...	−1,90	−1,59	−1,11	−0,48	+0,44	+1,23	+1,53	+2,48
p_3 (»)...	−1,96	−1,62	−1,14	−0,51	+0,50	+1,13	+1,54	+2,46

Soit f la valeur de la tension dans l'air de la cage au cours de l'expérience 2°. Si notre hypothèse sur l'évaporation se justifie, on a

$$p_2 = B(F-f), \tag{3}$$

$$\tfrac{1}{2}(p_1+p_3) = B(F'-f), \tag{4}$$

d'où

$$p_2 - \tfrac{1}{2}(p_1+p_3) = B(F-F'), \tag{5}$$

F étant la tension maxima de l'eau pure, F' celle de la solution et B une constante indépendante, à pression et température données, de la concentration de la solution.

Les tensions F et F' se lisent dans les Tables de Regnault, connaissant la température de l'eau et de la solution. Les deux liqueurs sont conservées dans un thermostat dont on note à $\frac{1}{10}$ de degré près la température avant chaque expérience. Comme celle-ci est de très courte durée, on peut admettre que la température lue est celle qui correspond à l'expérience elle-même.

Ci-dessous sont indiquées les valeurs de B trouvées pour les diverses solutions, p étant exprimé en milligrammes :

SO^4H^2 pour 100...	100	73,13	64,47	57,65	52,13	43,70	37,69	33,10	24,25
B...............	0,384	0,394	0,394	0,382	0,386	0,400	0,382	0,382	0,390
Température.....	16°,3	15°,7	15°,9	15°,9	16°,0	16°,7	17°,0	16°,4	16°,3

On a donné en même temps les températures correspondant à chaque détermination; ces températures sont peu différentes et les variations qui en résultent pour B ne sortent pas des limites d'erreur. Il en est de même des variations résultant des petits changements de la pression atmosphérique.

De ces mesures on conclut qu'à leur degré d'approximation, B est indépendant de la concentration, le même pour l'acide sulfurique pur et pour l'eau pure. La valeur moyenne est 0,388, ce qui correspond par heure et par centimètre carré de surface à 0,61. Mais cette constante n'a rien d'absolu

et varie, dans de larges limites, avec la forme du vase d'évaporation et la hauteur de liquide, ainsi que j'aurai l'occasion de le montrer.

2. Des formules (3) et (4) on tire

$$f = \frac{2p_2 F' - (p_1 + p_3) F}{2p_2 - (p_1 + p_3)} \tag{5}$$

et

$$e = \frac{f}{F} = \frac{2p_2 \frac{F'}{F} - (p_1 + p_3)}{2p_2 - (p_1 + p_3)}, \tag{6}$$

ce qui fournit un procédé assez rapide et assez précis de détermination de l'état hygrométrique. En opérant en particulier sur l'eau et l'acide sulfurique purs, on a e par la formule

$$e = \frac{-(p_1 + p_3)}{2p_2 - (p_1 + p_3)}$$

ou, en remarquant que p_1 et p_3 sont alors négatifs et ne tenant compte que des valeurs absolues,

$$e = \frac{p_1 + p_3}{2p_2 + p_1 + p_3}.$$

La détermination de e se ramène exclusivement à des pesées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates de l'acide arsénique.* Note (¹) de M. **Auger**, présentée par M. A. Gautier.

Dans une Note publiée il y a quelques années (²), je présentais à l'Académie les résultats d'un travail sur les hydrates arséniques. Il peut se résumer en quelques lignes :

Les composés AsO^4H^3, $As^2O^7H^4$, AsO^3H décrits par Kopp et l'hydrate AsO^4H^3 décrit par Joly n'existent pas; on n'a pu vérifier que l'existence des composés $(AsO^4H^3)^2H^2O$ et $As^4O^{13}H^6$. Ce dernier, qui se forme dans des conditions assez variées, a été obtenu par Joly en desséchant l'hydrate précédent à la température ordinaire dans le vide phosphorique.

(¹) Présentée dans la séance du 9 mars 1908.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1059.

Il y a quelques mois, M. Baud [1] a publié aux *Comptes rendus* une Note dans laquelle il confirmait l'existence de l'hydrate $As^4O^{13}H^6$ décrit par Joly et par moi, et de plus, annonçait avoir obtenu l'acide pyroarsénique en desséchant l'acide $(AsO^4H^3)^2H^2O$ à $+15^\circ + 20^\circ$ sur l'acide sulfurique, à la pression ordinaire.

Il m'a semblé nécessaire de répéter ce travail, car il me paraissait assez invraisemblable que l'acide arsénique perdît son eau jusqu'à atteindre la composition $As^4O^{13}H^6$ dans le vide phosphorique, et seulement jusqu'à $As^2O^7O^4$ dans l'air séché par l'acide sulfurique.

Pour faciliter la comparaison des résultats des expériences, dressons la liste des hydrates les plus simples qu'on peut imaginer en partant de As^2O^5. On pourrait obtenir : AsO^3H ; $As^2O^7H^4 + 2AsO^3H$; $As^2O^7H^4 + AsO^3H$, $As^2O^7H^4$; AsO^4H^3 ; $(AsO^4H^3)^2H^2O$. De tous ces corps on n'admet actuellement que $As^2O^7H^4 + 2AsO^3H$ (*Joly, Auger, Baud*), $As^2O^7H^4$ (*Baud*) et $(AsO^4H^3)^2H^2O$.

Considérons les quatre premiers hydrates en ramenant leur poids moléculaire à 1 As. On aura :

	Poids moléculaire.	Différence de poids moléculaire.
AsO^3H	124	
		4,5
$\frac{1}{4}As^4O^{13}H^6$	128,5	
		1,5
$\frac{1}{3}As^3O^{10}H^5$	130	
		3
$\frac{1}{2}As^2O^7H^4$	133	

Les résultats que je présente aujourd'hui vont démontrer de façon évidente que l'hydrate $As^4O^{13}H^6$ n'existe pas, et que le produit auquel Joly, Baud et moi-même attribuions cette formule présente en réalité la composition $As^3O^{10}H^5$, c'est-à-dire $As^2O^7H^4.AsO^3H$. L'erreur que j'ai commise dans ma première Note provient de ce fait que la composition de ces deux hydrates est très voisine et que, me basant sur les travaux de Joly, j'attribuais à des erreurs d'expérience des résultats analytiques légèrement différents des siens.

Déshydratation de $(AsO^4H^3)^2H^2O$ *à basse température.* — $10^g,473$ séchés en présence d'acide sulfurique, placé *au-dessus* du produit, ont perdu en 10 jours, entre -10° et -2° : 483^{mg}.

La dessiccation, continuée entre $+6^\circ$ et $+12^\circ$, a duré 2 mois jusqu'à cessation de

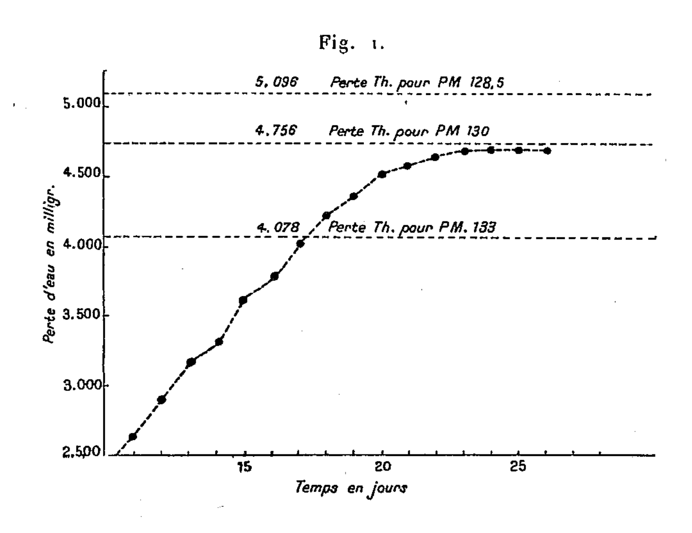
(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 322.

perte de poids; $P = 9^g,076$. Amené à $+30°$, le produit perd très lentement une petite quantité d'eau: 3^{mg} en 6 jours. Porté à l'étuve à 100°, 120° et 140°, il a perdu successivement 7^{mg}, 9^{mg} et 4^{mg}. Poids final à 140° : $9^g,053$. A partir de 150°-170° le produit recommence à perdre de l'eau et, chauffé pendant plusieurs heures à 340°, il est transformé en anhydride; poids : $P = 7^g,986$. La vérification de ce dernier résultat a été faite en calcinant en présence de PbO un échantillon de $1^g,0315$ du produit primitif qui donna une augmentation de poids de $0^g,787$. Le calcul indique que ce même poids d'acide anhydrisé à 340° donne $0^g,7867$.

Les poids moléculaires calculés à partir de l'anhydride sont : 130,6 pour le produit desséché à $+12°$ et 130,3 pour celui qui a été desséché à 140°. Calcul pour $\frac{1}{3}As^3O^{10}H^5$: 130.

On a suivi, jour par jour pendant un mois, la perte de poids d'une partie considérable d'acide arsénique (34^g environ) pour voir s'il y aurait un ralentissement dans la perte d'eau aux environs de la composition d'un acide pyroarsénique. La température fut maintenue entre 16° et 19°. Voici la dernière partie de la courbe obtenue :

Fig. 1.



On voit qu'aucun phénomène de retard ne s'est produit aux environs de P.M. 133. Le produit desséché à 18° possédait P.M. 130,47, desséché à 120° : 130,17; à 145° : 130,15.

On a enfin déterminé aussi exactement que possible à quelle température l'hydrate $As^3O^{10}H^5$ commençait à perdre de l'eau. Pour cela, on l'a chauffé au bain d'huile, dans un petit appareil muni d'un manomètre, et dans lequel on avait fait le vide à la trompe à mercure. Une dénivellation d'environ $0^{mm},5$ de mercure commence à se produire à 148°-149°. Déterminée directement par perte de poids à l'étuve, la température de dissociation de l'hydrate semblait être placée vers 154°.

Pour bien montrer que la substance desséchante peut varier sans que le résultat

final diffère, on a effectué cinq essais dont un sur KOH, un sur P^2O^5, deux sur H^2SO^4 et un sur PO^3H, en opérant de $+15^o$ à $+22^o$. Les P.M. obtenus ont été, le plus fort 130,3, le plus faible 129,7; moyenne des cinq : 129,95.

Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

1° L'hydrate $(AsO^4H^3)^2H^2O$ possède au-dessous de 0° une tension de dissociation notable, et perd de l'eau même à -10^o.

2° Cette perte d'eau ne s'arrête, vers 12°, qu'à la formation de l'hydrate $As^3O^{10}H^5$, qu'on peut formuler $As^2O^7H^4$, AsO^3H, ce qui exclut, dans ces conditions, l'existence de l'acide pyroarsénique.

3° A partir de 12°, et jusqu'à 148° environ, la composition de l'hydrate obtenu en milieu desséchant reste très voisine de $As^3O^{10}H^5$, les variations de composition oscillant de $+0,6$ à $-0,3$ autour de P.M. $130 = \frac{1}{3}As^3O^{10}H^5$.

4° Le produit auquel Joly attribuait la formule $As^4O^{13}H^6$ est en réalité l'hydrate précédent.

Il reste encore, pour terminer cette étude, à étudier la déshydratation de $As^3O^{10}H^5$, à partir de 150° jusqu'à 180° environ. J'ai prouvé dans mon premier travail, et vérifié à nouveau, que de 180° à 440° la déshydratation était complète, et qu'à partir de 440° l'anhydride arsénique commençait à perdre de l'oxygène. On voit qu'il ne reste qu'un bien faible espace thermique inexploré (20° environ) dans lequel pourraient difficilement trouver place des hydrates stables dont la composition serait comprise entre $As^3O^{10}H^5$ et As^2O^5.

MINÉRALOGIE. — *Sur les pseudomorphoses des microclines dans les microgranites de la vallée de la Meuse (Ardennes).* Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Wallerant.

Les microgranites de la vallée de la Meuse situés entre Deville et Revin contiennent tous des phénocristaux d'albite et de quartz dans une pâte à structure grenue, sphérolithique ou micropegmatitique, composée des mêmes éléments et de biotite.

Certaines variétés contiennent aussi des phénocristaux de microcline et, dans la pâte, de la muscovite en plus ou moins grande abondance.

Renard a décrit, il y a longtemps, l'association spéciale du microcline et

de l'albite, et il a signalé la différence qu'il y avait entre les contours arrondis et la forme ovoïde du premier et la netteté des arêtes et la planitude des faces de la seconde.

Comme l'albite, la biotite possède cette particularité de grouper ses cristaux à la surface du microcline et souvent aussi de pénétrer dans les golfes de corrosion de celui-ci.

Le microcline se présente donc comme un élément individualisé avant tout autre et sur lequel l'albite et la biotite ont eu tendance à se précipiter.

L'examen microscopique montre que si, dans ces microgranites, on ne trouve pas partout des phénocristaux de microcline, toutes les variétés cependant en ont contenu, et que, en général, celui-ci a subi une *albitisation* identique à celle que j'ai déjà décrite dans le cas du microgranite de Genis (Corrèze) (1).

Il y a eu formation d'*albite de substitution*.

Mais, à côté des variétés où l'albite de substitution existe seule, il y en a d'autres où, l'albitisation étant très réduite, le microcline a été transformé en muscovite et d'autres encore où il a été transformé en biotite. Il y a tous les passages possibles de l'une à l'autre de ces diverses pseudomorphoses.

Toutes ces transformations mettent en évidence l'instabilité du microcline vis-à-vis du magma environnant, mais les deux dernières ne sont qu'accessoires; la plus importante est celle qui conduit au phénomène d'albitisation.

Pris à ce dernier point de vue, les résultats d'un assez grand nombre d'analyses et de dosages partiels de potasse et de soude que j'ai effectués sur ces roches m'ont amené à distinguer trois types :

1° Le type normal, qui contient 3,4 pour 100 de potasse et 4,1 pour 100 de soude. Il possède des cristaux de microcline souvent bordés d'albite ou de biotite. La pâte est composée de biotite, albite et quartz.

2° Un type où la proportion de potasse peut s'abaisser jusqu'à 0,3 pour 100, tandis que la proportion de soude peut monter jusqu'à 6,8 pour 100. L'albitisation des microclines est complète. La pâte est encore composée de biotite, albite et quartz.

3° Un type où la potasse peut atteindre 5,4 pour 100 et la soude baisser à 3,0 pour 100. Alors l'albitisation est très faible et la proportion de muscovite dans la pâte est énorme.

---

(1) *Comptes rendus*, 30 décembre 1907.

On voit que dans le second type, c'est-à-dire quand l'albitisation des microclines est complète, la potasse qui entrait dans la constitution de ceux-ci a été chassée des portions mêmes de la roche où ils se trouvaient. On est conduit à se demander où elle a été transportée.

Nous avons vu qu'il y avait des cas où le microcline se pseudomorphosait sur place en muscovite. Nous sommes donc amené à en conclure que c'est précisément à l'état de muscovite que cette potasse doit se fixer. Ce serait l'origine de la muscovite de la pâte du troisième type.

J'ai distingué les types qui contenaient des cristaux de microcline de ceux dans lesquels ils étaient complètement albitisés; mais l'examen minéralogique montre qu'il y a eu partout un commencement d'albitisation se produisant soit sur la masse, soit sur la bordure du minéral, de sorte que dans ce cas il y a eu arrêt de l'albitisation.

Cela posé, d'une part, on peut calculer que dans le type normal la quantité de molécules de soude est très supérieure à la quantité de molécules de potasse; comme, d'autre part, la transformation s'est faite molécule pour molécule, il y avait en tous points au voisinage des cristaux de microcline assez de soude pour que la transformation puisse se faire; on doit donc en conclure que l'arrêt de l'albitisation n'est pas venu de l'insuffisance de soude. Il n'est pas venu, non plus, d'un abaissement de température plus brusque en certaines régions du magma qu'en d'autres, car il aurait dû se faire sentir avant tout au voisinage des salbandes, comme je l'ai constaté pour le microgranite de Genis. Or, il n'y a aucune relation entre les conditions de gisement et l'intensité de la transformation.

Il faut admettre que l'albitisation n'a pas commencé partout en même temps et que certaines régions se sont trouvées à la température à laquelle toute transformation devient impossible avant qu'il se soit produit autre chose qu'un faible commencement d'albitisation : c'est le cas du type normal. On peut aussi penser que dans certaines régions le microcline s'est trouvé revenir à son état primitif de stabilité par suite de l'arrivée de la potasse chassée des régions à albitisation complète : ce serait le cas des types à muscovite.

Quoi qu'il en soit, on peut retenir que le magma, par suite de sa mise en place, s'est différencié en un pôle potassique et en un pôle sodique. C'est ce résultat qui se manifeste à première vue par la présence ou l'absence des cristaux de microcline.

MINÉRALOGIE. — *Paramètres magmatiques des séries volcaniques de l'Anglona et du Logudoro (Sardaigne).* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une série de Notes succinctes [1] j'ai indiqué, d'une façon générale, la succession des éruptions pendant le Tertiaire et jusqu'à une époque récente dans le quart nord-ouest de la Sardaigne.

L'achèvement d'une importante série d'analyses, depuis longtemps entreprise, me permet d'établir les principales caractéristiques des magmas en usant des procédés pour la détermination des paramètres magmatiques que nous devons à M. Michel Lévy. Prochainement, dans une étude détaillée, je donnerai les résultats directs des analyses.

I. Éruptions antéburdigaliennes. — Leurs produits, énorme accumulation de laves, tufs, cinérites, forment, comme je l'ai montré, la majeure partie du substratum de l'Anglona, du Logudoro et affleurent sous les laves plus récentes au fond des vallées profondes du massif du Ferru; ces restes d'un immense strato-volcan de plus de 100^{km} de diamètre offrent d'abord une double série, la plus importante : 1° *trachytandésites* à *augite,* avec *hypersthène* et un peu de *biotite;* 2° des *trachytandésites* riches en *biotite* et *hypersthène* sans *augite* ou avec *augite* rare.

1° Moyenne de 3 analyses.	$\Phi = 2,1$	alcalino-syénitique,	$r = 1,30$	mégapotassique,
	$c' = 0,10$	mésoalumineux,	$\Psi = 4,0$	ferromagnésien.
2° Moyenne de 4 analyses.	$\Phi = 2,2$	alcalino-syénitique,	$r = 1,40$	mégapotassique,
	$c' = 0,00$	mégaalumineux,	$\Psi = 2,1$	magnésien.

La moyenne de l'ensemble fournit une série *alcalino-syénitique, mégapotassique* pour la fumerolle, à scorie *mégaalumineuse* (*microcalcique*) et *magnésienne.* Il est

(1) J. Deprat, *Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona (Sardaigne)* (*Comptes rendus,* 14 janvier 1906). — *Les volcans du Logudoro et du Campu d'Ozieri* (*Comptes rendus,* 27 mai 1907). — *Les éruptions posthelvétiennes antérieures aux volcans récents dans le nord-ouest de la Sardaigne* (*Comptes rendus,* 17 juin 1907). — *Les formations néovolcaniques antérieures au Miocène dans le nord-ouest de la Sardaigne* (*Comptes rendus,* 16 juillet 1907). — *Les produits du volcan monte Ferru (Sardaigne)* (*Comptes rendus,* 11 novembre 1907).

intéressant de comparer cette série aux *Toscanites* de l'Italie centrale dont le magma se définit ainsi (ROSENBUSCH, *Elemente der Gesteinlehre*, p. 280, Anal. 10 *a*) :

$$\Phi = 2,2, \quad r = 1,35, \quad c' = 0,05, \quad \Psi = 3,0.$$

On voit combien les valeurs de ces paramètres sont semblables à celles de notre série 2 et voisines de la moyenne des deux séries.

Les éruptions du vaste volcan en question se sont terminées par une importante production de *rhyolites* vitreuses *micacées* avec tufs (Logudoro : Campu Giavesu, environs de Bonorva, etc.) :

$\Phi = 3,1$ alcalino-granitique, $r = 1,80$ mégapotassique,
$c' = 0,00$ mégaalumineux, $\Psi = 1,4$ magnésien.

On voit immédiatement la continuité qui existe entre la série précédente et ces roches qui dérivent du même magma et ne s'en différencient que par une fumerolle un peu plus acide.

Dans la vallée du Sa Puntigia, j'ai trouvé des *rhyolites* à facies microgranulitique ou souvent névaditique pointant en grosses masses confuses dans les Toscanites. Elles contiennent une amphibole très ferrifère (probablement *énigmatite*) épigénisée en produits ferreux : leur formule magmatique est :

Moyenne de 2 analyses. { $\Phi = 3,4$ alcalino-granitique, $r = 1,7$ mégapotassique,
$c' = 0,04$ mégaalumineux, $\Psi = 22$ ferrique.

II. ÉRUPTIONS POSTBURDIGALIENNES. — Elles sont : soit groupées dans le massif du Ferru en un vaste centre volcanique bien déterminé, soit dispersées en centres plus restreints dans l'Anglona et le Logudoro.

Anglona et Logudoro. — 1° Mont de Castello Bonvei : grosse masse laccolithique de *trachytandésite à hornblende* en forme de montagne aiguë, intrusive dans les calcaires burdigaliens-helvétiens et les trachytandésites (Toscanites) antéburdigaliens hypersthénico-micacés :

$\Phi = 2,4$ syénitique, $r = 1,96$ mégapotassique,
$c' = 0,15$ microalumineux (mégacalcique), $\Psi = 1,9$ magnésien.

Ici devrait se placer au point de vue de l'âge le début des éruptions du monte Ferru.

Dans l'Anglona une magnifique séries d'*andésites*, d'*andésilabradorites* et de *basaltes porphyroïdes* en coulées formant de vastes plateaux et en relation avec des filons qui leur ont servi d'émissaires, offre la succession suivante : 1° *andésites* pauvres en *augite* et *hypersthène* avec *olivine* en phénocristaux et microlites, dont le plagioclase au deuxième temps est de l'*oligoclase* (1) à deux temps très marqués; 2° *andé-*

(1) La roche du Castel d'Ozilo dérive du même magma au point de vue de la fumerolle.

sites riches en *hypersthène* avec *augite* (*diopside*) (route de Bosa à Montresta) et dans quelques cas *hornblende brune* très pléochroïque (Piana Ederas); 3° *labradorites* et *basaltes augitiques* avec *hypersthène* en grands cristaux au premier temps, largement porphyroïdes et holocristallins :

1° Moyenne de 2 analyses.	$\Phi = 2,4$ syénitique, $c' = 0,10$ microalumineux,	$r = 0,12$ persodique, $\Psi = 1,0$ magnésien.
2° Moyenne de 4 analyses.	$\Phi = 2,2$ syénitique, $c' = 0,17$ microalumineux,	$r = 0,25$ mégasodique, $\Psi = 1,6$ magnésien.
3° Moyenne de 2 analyses.	$\Phi = 2,7$ syénitique, $c' = 0,14$ microalumineux,	$r = 0,21$ mégasodique, $\Psi = 1,2$ magnésien.

Dans le Logudoro, les plus anciennes roches sont les beaux *basaltes porphyroïdes* à gros phénocristaux d'*augite* et de *péridot* de Seda Oro, qu'on retrouve près de Montresta :

$\Phi = 2,9$ syénitique, $r = 0,29$ mégasodique,
$c' = 0,11$ microalumineux (mégacalcique), $\Psi = 1,3$ magnésien;

magma identique à celui qui a fourni les basaltes du monte Ferru du type *Commida*.

Ensuite viennent les grandes coulées basaltiques que j'ai appelées *basaltes des plateaux* et que je rattache à la même période que la grande phase basaltique du Ferru (manteau extérieur basaltique). Du reste, les paramètres les en rapprochent intimement :

$\Phi = 2,8$ syénitique, $r = 0,24$ mégasodique,
$c' = 0,12$ microalumineux, $\Psi = 1,5$ magnésien.

Il n'y a, avec les roches similaires du Ferru, qu'une petite différence dans la scorie qui est mésoalumineuse avec $c' = 0,07$ au lieu de $c' = 0,12$.

Enfin, les volcans récents du Logudoro (coulées des pentes et des vallées) que j'ai déjà signalés, comportent des roches variant légèrement d'une coulée à l'autre dans les proportions d'un *basalte andésitique* à un *basalte labradorique;* ce sont des roches à augite et péridot microlithiques, offrant la moyenne :

$\Phi = 2,7$ syénitique, $r = 0,30$ mégasodique,
$c' = 0,30$ microalumineux, $\Psi = 3,3$ ferromagnésien.

On peut voir, par les données précédentes, qu'une continuité parfaite relie entre eux les termes successifs des différents groupes.

ANTHROPOLOGIE. — *L'asymétrie de la figure et son origine*. Note de M. RICHARD LIEBREICH, présentée par M. Lippmann.

Après avoir étudié les 2000 crânes du Musée d'Anthropologie du Jardin des Plantes, les 3000 crânes du Collegio Romano de Rome, les 400 crânes

des momies de l'École de Médecine du Caire, c'est-à-dire des crânes de toutes les races et de tout temps, même les préhistoriques, et après avoir complété le résultat de ces études avec des observations sur les vivants de différentes races, je constate que l'asymétrie n'est pas, comme le veut Lombroso, une tare, un stigma, une malformation, un signe de dégénérescence, mais, tout au contraire, la forme normale de la figure humaine.

Il y a trois formes d'asymétrie. La première, de beaucoup la plus fré-

Fig. 1.

Japonaise.

quente, se caractérise d'abord par la différence dans les os malaires des deux côtés. Le droit se rapproche, dans sa partie la plus proéminente, de l'angle droit, tandis que le gauche, avec une courbe plus ouverte, s'infléchit vers l'arrière et en même temps, dans bien des cas, un peu vers le haut.

Il en résulte une différence dans la forme et la position des bords des deux orbites, ils se trouvent, à droite, presque dans le plan de la figure; à gauche, au contraire, dans un plan incliné en arrière. La mâchoire supérieure paraît déplacée à droite, sa surface gauche aplatie, de sorte que la *fossa canina* devient plus profonde à droite, plus effacée à gauche. Comme exemples, je montre ici les photographies de Claudius, de la momie de Rhamsès II et d'une Japonaise qui ont la première forme d'asymétrie.

Dans la deuxième forme, qui est très rare, la différence entre les deux

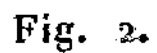
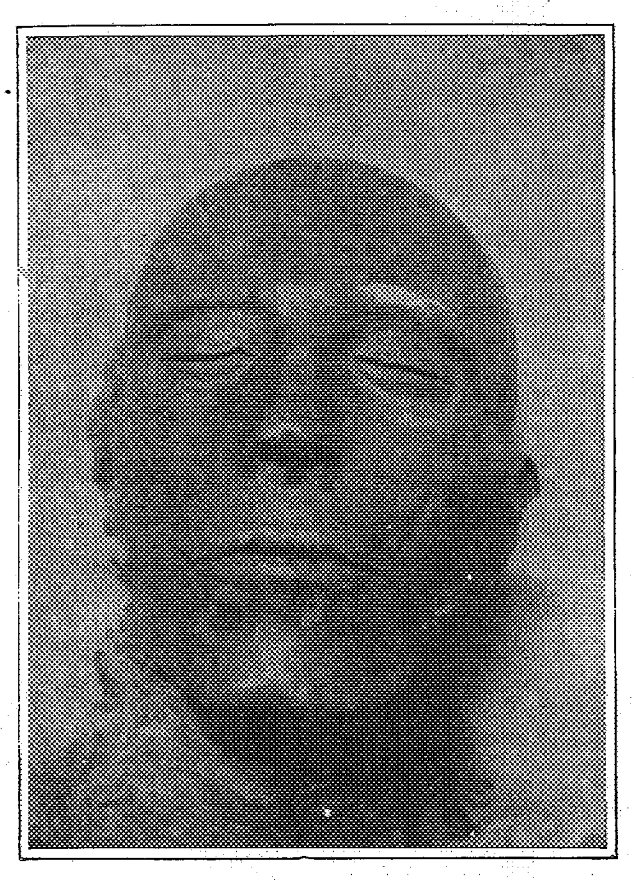


Fig. 2.



Momie de Rhamsès II, du Musée du Caire.

côtés est renversée de façon que les modifications se trouvent à la droite au lieu d'être à la gauche.

Presque aussi rare est la troisième forme d'asymétrie irrégulière.

J'ai trouvé l'origine de l'asymétrie dans la dernière période de la vie fœtale, dans laquelle le bassin exerce une pression sur la joue de l'embryon, c'est-à-dire sur la joue gauche, dans la position ordinaire de la tête, et pour la seconde forme sur la joue droite. La troisième forme se produit

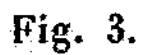


Fig. 3.

Claudius, haut-relief à Rome.

dans les cas où la tête, placée en haut, n'est pas influencée par la pression mais hérite d'une asymétrie, qui n'est plus ni si régulière ni si prononcée.

Les jumeaux et jumelles en fournissent des exemples.

Conclusion. — Après avoir trouvé l'origine et la constance absolue de l'asymétrie de la figure, je désirai connaître les conditions physiologiques qui faisaient, de cette irrégularité dans sa forme, la condition normale. On sait que la tête de l'embryon et avec lui le reste du corps se déplacent de la position médiane vers une position latérale, parce que le diamètre antéropostérieur du bassin est plus petit que ses autres diamètres. Cette

différence dépend de la colonne vertébrale et de la courbe de sa partie inférieure. C'est cette courbe, aussi bien que les deux autres courbes de la colonne vertébrale, qui est indispensable pour la position, la marche et les autres mouvements humains.

Ainsi, j'arrive à la conclusion que : l'asymétrie est une conséquence, un accompagnement nécessaire de la position verticale de l'espèce humaine, et devient, pour elle, un des signes distinctifs.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Quantité de rayons X absorbée et quantité transmise par les couches successives de tissus.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

J'ai décrit dans différentes publications antérieures ([1]) un système de mesure de la quantité de rayonnement X à laquelle sont soumis les tissus, système basé sur l'appréciation de son pouvoir fluoroscopique. J'ai montré par des travaux récents ([2]) et par des expériences de physiologie végétale ([3]) que le pouvoir fluoroscopique pouvait, au même titre que les réactions chimiques (réactif Villard, sels de Holtzknecht, actions photographiques), servir à mesurer les effets biochimiques des rayons X et que la méthode avait pour elle l'avantage de la simplicité et d'une plus grande précision.

Les résultats que j'apporte aujourd'hui ont pour but d'établir la quantité de rayonnement absorbée par les couches successives des différents tissus et de faire connaître par conséquent la dose absorbée par les tissus profonds lorsque le corps est irradié par un faisceau déterminé. Des travaux en ce sens ont déjà été entrepris par Kienböch et par Bordier au moyen d'autres procédés de mesure. J'ai moi-même étudié déjà le muscle à ce point de vue ([4]).

Voici comment j'opère.

Devant mon tube je place un écran de plomb percé d'une ouverture. Au niveau de cette ouverture peuvent prendre place des tranches de tissus divers de 1^{cm}, 2^{cm}, 3^{cm}

([1]) *Congrès d'Électrologie*, 1905; *A.F.A.S.*, 1907; *Comptes rendus*, 28 oct. 1907; *Arch. d'Élect. méd.* (dernières années).

([2]) *Soc. de Biol.*, février 1908.

([3]) *Journal de Phys. et Path.*, janvier 1908.

([4]) *Soc. de Biol.*, mars 1908.

d'épaisseur placés dans des boîtes de carton mince. De l'autre côté est placé mon appareil de mesure, boîte à vision binoculaire présentant, au fond, une plage de platinocyanure soumise au rayonnement du tube, et à côté d'elle une plage fluorescente étalon (irradiée par le radium). Ce fluoromètre est monté sur un chariot pour les besoins de l'expérimentation, les mesures devant autant que possible être faites rapidement pour que la constance du tube soit assurée. La distance du fluoromètre à l'anticathode se lit directement sur une échelle métrique. Le tube est réglé par un osmo muni d'un chalumeau à veilleuse. Sa constance est surveillée à l'aide du milliampèremètre dans le secondaire.

Je vais donner quelques exemples de mesures :

La première ligne du Tableau ci-après indique la distance d'équivalence prise derrière une boîte vide (distance à l'anticathode). Les trois lignes suivantes donnent l'équivalence derrière 1^{cm}, 2^{cm}, 3^{cm} de tissu en boîte. La dernière est une mesure de contrôle à la fin de l'expérience prise derrière la boîte vide. Elle permet de juger des variations du tube ou des erreurs personnelles.

Foie.

Équiv. à vide.....	123	116	116	111	110	81	89	87	85	75	77
Équiv. 1^{cm} foie....	94	86	90	81	87	60	64	62	59	48	56
Équiv. 2^{cm} foie....	77	68	75	66	73	46	45	46	45	34	42
Équiv. 3^{cm} foie....	67	58	58	56	59	37	32	35	32	25	29
Équiv. à vide.....	126	120	116	114	119	81	»	»	»	71	77
Nos des rayons à vide...........	7	7	7	6 à 7	6	5 à 6	5	5	5	4	4
Nos des rayons derrière 3^{cm} foie...	8 à 9	8 à 9	8 à 9	8 à 9	8	6 à 7	6 à 7	6 à 7	6 à 7	?	?

Appliquant, d'après un barème fait d'avance, la loi du carré de la distance, nous calculons à $0^{m},50$ l'intensité du champ de rayons ainsi filtrés. Nous l'apprécions à l'aide d'une unité que nous désignerons par $\mathcal{M}$ (elle vaut quatre fois l'intensité du rayonnement produisant la fluorescence-étalon). En une minute elle donne l'unité M de quantité de rayonnement.

Voici les moyennes correspondantes :

	$\mathcal{M}$.	$\mathcal{M}$.	$\mathcal{M}$.	$\mathcal{M}$.
Équiv. à vide..........	1,513	1,277	0,730	0,562
Équiv. 1^{cm} foie.........	0,884	0,740	0,372	0,230
2^{cm} foie.........	0,593	0,490	0,207	0,116
3^{cm} foie.........	0,449	0,336	0,116	0,063
	N° 7	N° 6	N° 5	N° 4

Ces chiffres montrent que la partie absorbée et la partie transmise du rayonnement se répartissent ainsi :

	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
1cm de foie absorbe	42	42	49	53
» laisse passer	58	58	51.	47
2cm de foie absorbent	61	62	72	80
» laissent passer	39	38	28	20
3cm de foie absorbent	71	74	84	89
» laissent passer	29 de 8 à 9	26 de 7 à 8	16	11
	N° 7	N° 6	N° 5	N° 4

Ils font voir aussi que si le premier centimètre de foie laisse passer 58 pour 100 du faisceau incident (première colonne), le deuxième laisse passer 67 pour 100 du faisceau résiduel (c'est-à-dire du faisceau émergeant de ce premier centimètre), le troisième 75 pour 100 du faisceau résiduel. La raison est due au durcissement progressif du faisceau par filtrage. Voici, pour le foie, un aperçu de ces résultats :

	Quantités transmises.			
	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
Premier centimètre	58	58	51	47
Deuxième centimètre	67	66	55	54
Troisième centimètre	75	69	56	54

Il y a des écarts manifestes dans ces séries de chiffres. Ils sont dus soit à des inexactitudes de mesures, soit au défaut d'homogénéité des tissus.

La rate donne des chiffres se rapprochant beaucoup de ceux-ci : 56 pour 100, 53 pour 100, 50 pour 100, 48 pour 100 sont transmis par le premier centimètre, suivant le numéro radiochromométrique.

Le poumon donne des chiffres très supérieurs, 82 pour 100, etc.

La graisse absorbe aussi relativement une faible partie du rayonnement.

On voit en résumé que le procédé fluorométrique permet d'arriver à des déterminations précises de la quantité d'énergie absorbée par chaque tissu et peut aider à établir une quantitométrie rationnelle pour l'expérimentation biologique et la radiothérapie.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Essai sur la greffe des tissus articulaires.* Note de M. **Henri Judet**, présentée par M. Dastre.

I. Nous avons fait quelques expériences de greffe hétéroplastique de cartilage articulaire, en choisissant des animaux d'espèces voisines, chien et chat.

Expérience I. 28 nov. 1906. — A un chien de 6 mois, nous abrasons le cartilage de la gorge et de la lèvre externe de la trochlée du genou droit sur 15^{mm} de large, 30^{mm} de long. Nous fixons sur cette région la trochlée (cartilage doublé d'un peu d'os) d'un chat jeune. 7 janvier 1907 : pour servir de terme de comparaison, résection cartilagineuse, genou gauche comme à droite. Autopsie : 15 avril 1907 (128^e jour).

Genou droit. — La région du transplant est lisse, d'aspect cartilagineux, de couleur blanc rosé (teinte initiale du cartilage du chat, se distinguant de l'aspect blanc bleuâtre du cartilage du chien). La cavité articulaire est libre au niveau du transplant, la rotule glisse sur lui. Il y a résorption autour d'une des pointes de fixation, accroissement en d'autres points, de telle sorte que la surface du transplant n'a guère varié (264^{mm}).

Genou gauche. — La cavité articulaire a disparu dans la région cartilagineuse réséquée; la rotule est immobilisée par des adhérences fibreuses. L'étage inférieur de l'articulation reste sain.

Examen microscopique (fait avec M. Retterer). — Au niveau du transplant, l'os est recouvert par une couche cartilagineuse continue qui comprend : *a,* zone profonde : cartilage sérié normal présentant çà et là, à sa limite avec l'os, quelques vaisseaux; *b,* zone moyenne : bande de substance fondamentale, dépourvue de capsules cartilagineuses; par places, cette bande prend une texture fibrillaire; *c,* zone superficielle, à cellules aplaties. En dehors de la région du transplant, on distingue les trois couches habituelles; le cartilage sérié a la même structure qu'au niveau du transplant. Pour compléter l'analogie, on y remarque quelques vaisseaux.

En résumé, dans la région du transplant, structure de cartilage articulaire jeune, avec au niveau de sa couche moyenne certaines particularités. Aucun signe de résorption.

Nous avons transplanté la totalité des cartilages du genou d'un chat à un chien. Échec par suppuration au cinquième jour.

II. Nous avons essayé de réparer les pertes de substance de cartilage articulaire par des transplants provenant des cartilages costaux.

Expérience II. 8 févr. 1907. — Chien de 8 mois. Nous réséquons : 1° le septième cartilage costal et nous le fendons en deux moitiés longitudinales; 2° le cartilage du fond

de la trochlée fémorale que nous remplaçons par une des moitiés du cartilage costal, appliquée face revêtue de périchondre contre os. 27 mai, autopsie : raideur marquée. La cavité articulaire est cloisonnée par une membrane sagittale étendue de la rotule et du cul-de-sac synovial vers le transplant qu'elle englobe. Partout ailleurs articulation intacte.

Expérience III. 9 janv. 1907. — Chien de 8 mois. Fixation du huitième cartilage costal dépouillé de son périchondre, pour recouvrir la moitié de la surface d'une résection de la trochlée fémorale. 22 mars, autopsie : transplant englobé dans une membrane de nouvelle formation; trochlée recouverte d'une néo-membrane.

En résumé, dans nos deux expériences, la lame de cartilage costal transplantée a provoqué des bourgeonnements membraneux et s'est comportée comme un corps étranger.

III. Nous avons transporté des cartilages articulaires dans des foyers de fracture, pour voir s'ils étaient susceptibles de se greffer sur les extrémités osseuses et de produire des pseudarthroses.

Expérience IV. 19 août 1907. — Lapin. Résection de 1^{cm} de fémur, immédiatement au-dessus du genou. Dans l'interstice ainsi créé, nous introduisons le cartilage fémoral inférieur provenant d'un deuxième lapin et le fixons sur le bout supérieur de l'os. La fracture se consolide en quatre semaines. 11 nov. 1907, autopsie : énorme cal vicieux. Le cartilage interposé est résorbé; hors du cal il persiste deux nodules cartilagineux.

Expérience V. 28 août 1907. — Lapin. Dans le foyer de fracture du fémur nous introduisons le bloc des cartilages du genou (réséqués sur un autre lapin) maintenus en contact par les ligaments croisés. Nous fixons le cartilage fémoral sur le bout supérieur, le cartilage tibial sur le bout inférieur. Consolidation en un mois. 30 nov. 1907, autopsie : cal osseux exubérant. Résorption du cartilage interposé; pas trace de néarthrose.

IV. Nous avons établi, dans notre Note du 29 janvier dernier, que la trochlée fémorale séparée par un trait de scie de l'os sous-jacent puis remise en place et fixée, est susceptible de se greffer. Nous nous sommes demandé si cette aptitude à la greffe subsiste lorsqu'on supprime l'action de la synoviale.

Expérience VI. 14 août 1907. — Chien adulte : 1° résection de la synoviale du genou (seule la partie de la séreuse qui tapisse le ligament postérieur n'est pas atteinte); 2° séparation de la trochlée, reposition immédiate et fixation. 30 oct. 1907, autopsie : la cavité articulaire a disparu dans tout l'étage correspondant à la trochlée reposée; à ce niveau épaisse (5^{mm}) membrane vasculaire intimement adhérente au fémur, englobant et immobilisant la rotule. La cavité articulaire, les cartilages reparaissent, sains, juste au niveau de l'extrémité inférieure du fragment réimplanté.

V. Nous savions, par les expériences de nombreux auteurs, que les cartilages articulaires transplantés sous la peau (ou dans la cavité péritonéale) dégénèrent.

Nous avons étudié la destinée du cartilage lorsque sa synoviale est transplantée en même temps que lui.

Expérience VIII. 27 déc. 1907. — 1° Lapin de 6 mois. Nous réséquons en bloc les cartilages du genou gauche sans leur synoviale, en masse le genou droit en ménageant la synoviale; 2° sur lapin du même âge, nous introduisons nos deux transplants dans le tissu cellulaire sous-cutané. — 29 fév. 1908 : autopsie. *Cartilages transplantés nus :* sont immobilisés dans une gaine fibreuse intimement adhérente au transplant. *Cartilages transplantés avec leur synoviale :* une enveloppe fibreuse peu adhérente entoure le transplant. La cavité articulaire parfaitement libre a la même étendue qu'à l'état normal; elle est tapissée par une membrane lisse ayant l'aspect de la synoviale. Le cartilage subsiste partout avec son aspect macroscopique normal. Les mouvements sont libres pour un angle de 45°.

Exemple histologique (fait avec M. Retterer) : 1° *Cartilages sans synoviale.* Couche superficielle : plus trace des cellules normales; transformation en tissu conjonctif fibreux. Couche moyenne : prolifération des cellules; celles-ci n'ont plus de capsules, au lieu d'être arrondies elles ont des prolongements. La substance fondamentale est fibrillaire. Couche profonde : deux fois plus épaisse qu'à l'état normal; cellules cartilagineuses ayant proliféré en série et très nombreux vaisseaux; 2° *Cartilages avec synoviale :* même disposition en trois couches qu'à l'état normal. Cellules cartilagineuses intactes. Nulle trace de dégénérescence. Pas de prolifération des capsules; épaisseur un peu diminuée du cartilage. Atrophie au début (?).

On pourrait penser que, dans cette dernière expérience, la synoviale a préservé le cartilage de la dégénérescence par action mécanique. Mais Seggel, ayant protégé mécaniquement du cartilage transplanté en l'entourant d'un sac de collodion (qui écarte les actions cellulaires et laisse filtrer le plasma), a vu la dégénérescence survenir tout comme dans le cartilage transplanté nu. Il en conclut avec Tizzoni que, seule, la synovie peut nourrir le cartilage. Dans notre expérience VIII, la survie du cartilage semble devoir être expliquée par ce fait que la synoviale transplantée continue à nourrir le cartilage.

Conclusions. — A. Il est possible de réparer anatomiquement et physiologiquement, pendant un laps de temps supérieur à 4 mois, une perte de substance du cartilage du genou d'un chien par un fragment emprunté à la trochlée d'un chat (*Expérience I*).

B. Il paraît impossible de réparer une perte de substance du cartilage

articulaire d'un animal (chien), par une lame de cartilage costal provenant du même animal (*Expér. II* et *III*).

C. Les cartilages articulaires transplantés dans les foyers de fracture retardent quelque peu la consolidation, mais n'arrivent pas à se greffer et à créer de pseudarthrose (*Expér. IV* et *V*).

D. La suppression de la synoviale empêche la greffe par reposition du cartilage articulaire (*Expér. VI*).

E. La synoviale transplantée sous la peau, en même temps que le cartilage articulaire, assure à ce dernier une persistance supérieure à 2 mois (*Expér. VIII*).

M. **Henri Mathouillot** adresse une Note, à laquelle sont jointes deux *photographies de foudre globulaire*, prises pendant la nuit du 23 octobre 1903 au Perray, près Rambouillet.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie présente, par l'organe de son doyen, la liste suivante de candidats à la place vacante dans la Section d'Astronomie, par suite du décès de M. *Janssen* :

En première ligne ex æquo, par ordre alphabétique.	MM. **Andoyer.** **Maurice Hamy.**
En seconde ligne	M. **P. Puiseux.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mars 1908.

Influences modificatrices de l'évolution tuberculeuse, recherches expérimentales, par MM. Lannelongue, Achard et Gaillard. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Toute la Chimie minérale par l'électricité, par Jules Séverin, avec plus de 60 figures dans le texte. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Compte rendu annuel des travaux exécutés par le Service géographique de l'Indo-Chine, année 1907. 1 fasc. in-8°.

Sven Hedin. *Scientific results of a journey in Central Asia* 1899-1902. Maps, contained in atlas of two volumes; Text : Vol. III. *North and east Tibet,* by Dr Sven Hedin. — Vol. IV. *Central and west Tibet,* by Dr Sven Hedin. — Vol. V. Part 1 : *Meteorology,* by Dr Nils Ekholm; Part 2 : *Astronomical observations,* by Dr K.-G. Olssom. — Vol. VI. Part 2 : *Geology,* by Dr Bäckström and others; Part 3 : *Racical types from Western and Central Asia,* by Dr Sven Hedin. Stockholm, s. d.; 3 vol. et 3 fasc. in-4° et un étui in-4°.

Year-Book of the Royal Society of London, 1908. Londres, 1908; 1 vol. in-8°.

An old Map of Africa (1692) : « *L'Afrique divisée suivant l'estendue de ses principales parties...,* par Hubert Jaillot. » Londres, E. Albert Sturman, 1887; 1 feuille in-8°. (Reproduction d'après l'original qui se trouve au Musée de Cape Town.)

Atti della Societa milanese di Midicina i Biologia, t. III, 1907-1908, fasc. 1. Milan, 1908; 1 fasc. in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, anno CCCV, 1908; serie Va; *Rendiconti; Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* t. XVII, fasc. 4. Rome, 1908; 1 fasc. in-4°.

Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, anno LX, 1906-1907; Sess. III-VII, febbraio-giugno 1907. Rome; 4 fasc. in-4°.

Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei; t. XXIV. Rome, 1906; 1 vol. in-4°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles; 2e série, t. XIII, 1re et 2e livraison. La Haye, 1908; 1 vol. in-8°.

The illuminating Engineer. The journal of scientific illumination; t. I, n° 3, march 1908. Londres; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 MARS 1908.

Notice sur la vie et les travaux de M. Moissan, par PAUL LEBEAU. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit, von E. VON CYON; mit 45 Textfigures und 5 Tafeln und dem Bildniss des Verfassers. Berlin, Julius Springer, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Yves Delage.)

Questions de Physique générale et d'Astronomie, par le vicomte FRANÇOIS DE SALIGNAC-FÉNELON. Toulouse, Édouard Privat, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Statistique médicale de la Marine pendant l'année 1904; 6e année. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société de Médecine légale de France; 37e et 38e années, 2e série, t. II, III. Paris, A. Maloine; Marchal-Billard, 1905-1906; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; 4e série, t. VIII, 1re livraison de 1908. Saint-Étienne; 1 fasc. in-8°.

Observatoire de Chevreuse. Météorologie : Résumé des observations, 1903-1907, par M. FARMAN, s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Ville de Paris. Annales de l'Observatoire municipal (Observatoire de Montsouris), publiées trimestriellement sous la direction des Chefs de service; t. VIII, année 1907, 2e et 3e fascicules. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 61e année, 6e série, n° 1, janvier 1908. Paris; 1 fasc. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France. Annuaire de 1908. Paris, 1908; 1 vol. in-8°.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. IX. Lyon, Henri Georg, 1907; 1 vol. in-f°.

Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, entreprises en 1899-1901 *sous les auspices des Gouvernements russe et suédois : Mission russe;* t. I et II. Saint-Pétersbourg, Imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1907; 2 fasc. in-4°.

Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems : Aufstellung einer neuen Theorie nach vorhergehender Kritik der Theorien von Kant, Laplace, Poincaré, Moulton, Arrhenius u. a., von Dr FRIEDRICH NÖLKE, mit 3 Textfiguren. Berlin, Julius Springer, 1908; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 mars 1908.)

Note de M. *Glangeaud,* Les éruptions de la Limagne. Sept périodes d'activité volcanique du Miocène inférieur au Pléistocène :

Page 552, ligne 32, *au lieu de* de nivellement, *lisez* de ruissellement.

Page 553, ligne 15, *au lieu de* Pardins, *lisez* Pardines.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie de l'écoulement sur un déversoir vertical en mince paroi et sans contraction latérale : Cas de la nappe ondulée et son raccordement au cas de la nappe plongeante.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Lorsque, dans l'écoulement de l'eau sur un déversoir vertical en mince paroi, tenant toute la largeur du canal compris entre deux murs verticaux parallèles, la nappe de déversement est *noyée en dessous* par une masse d'eau tourbillonnante, dont la pression au niveau du seuil égale une fraction donnée N′ de la pression $\rho g h$ qui s'y exercerait, à l'état de repos, si le niveau avait partout, au-dessus du seuil, sa hauteur h d'amont (dite *hauteur de charge*), le coefficient m du débit $mh\sqrt{2gh}$ par unité de longueur du déversoir est une certaine fonction de N′, dont j'ai indiqué ou même effectué à très peu près le calcul dans une Note du 1[er] juillet 1907 (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 10), pour les valeurs de N′ comprises entre $-\infty$ et 0,8. A cette limite $N'=0,8$ un certain paramètre k, relié comme l'indique la formule

$$\frac{R_0}{\eta}=\frac{k}{1-k},$$

au quotient du rayon R_0 de courbure des filets fluides inférieurs (à la traversée de la section contractée) par l'épaisseur correspondante η de la nappe, devient égal à 1, après avoir crû à partir de zéro pendant que N′ passait de $-\infty$ à 0,8. Donc à ce moment où $N'=0,8$, les filets fluides sont sensiblement rectilignes à la traversée de la section contractée, après y avoir été, au début, fortement concaves vers le bas.

Or les accroissements successifs de N′ se produisent, effectivement, à mesure qu'on relève le *niveau d'aval* ou niveau de l'eau dans le canal de fuite, en abaissant de plus en plus une vanne située à quelque distance en aval du déversoir; et ce niveau excède notablement le seuil au moment où $N' = 0,8$. Dès lors, la nappe, sans courbure sensible à la traversée de la section contractée (où elle est presque horizontale encore), n'a plus à descendre pour se joindre à l'eau stagnante ou tourbillonnante d'aval; et elle cesse de plonger au sein de cette eau, ou de s'y *noyer* complètement, pour s'étaler simplement à sa surface et ne rester dès lors *noyée qu'en dessous*. M. Bazin a observé en effet qu'elle se tient à la surface libre; et il l'a appelée *nappe ondulée*, en raison de quelques ondulations qu'elle y présente.

Il est clair que, si l'eau d'aval se relève encore plus et rend supérieure à 0,8 la pression relative N′ sous la nappe, la courbure des filets fluides à travers la section contractée restera insensible, le haut de la nappe ayant encore moins à descendre pour s'étaler sur l'eau d'aval; et l'on aura désormais, d'une manière continue, $k = 1$, pour toutes ces nappes ondulées ou ne quittant plus la surface libre du canal de fuite.

Dès lors, la pression varie *hydrostatiquement* à la traversée de la section contractée, non moins qu'au-dessous d'elle où tourbillonne une eau censée *morte;* et l'on reconnaît aisément que cela revient à poser, avec les notations de la Note citée, $K = N'$. Pour chaque valeur donnée de N′, la quantité K, qui était jusque-là une variable indépendante, ne reçoit donc plus qu'une seule valeur, fonction de N′, valeur qui est précisément celle avec laquelle s'était confondue, à l'instant où k atteignait la limite 1, la valeur de K rendant maximum le coefficient m de débit.

Ainsi, il n'y a plus lieu, au delà de $N' = 0,8$, ni à faire varier k, ni à appliquer le principe du débit maximum.

II. L'hypothèse $k = 1$ réduit les équations (2) de la Note citée du 1er juillet 1907, par élimination de ν, à celle-ci :

$$(\alpha) \qquad c = \frac{3N' - 1}{8}.$$

Après quoi, les deux formules (1) de la même Note donnent, en éliminant n et en observant que $\frac{\log k}{k - 1}$ se réduit ici à l'unité,

$$(\beta) \qquad m = (N' - c)\sqrt{1 - N'} = \frac{1 + 5N'}{8}\sqrt{1 - N'}.$$

Divisons ce coefficient m de débit par celui, $m' = 0,4342$, du déversoir-type à nappe libre; et puis donnons à N′ différentes valeurs entre 0,8 et 1. Nous formerons, par exemple, le Tableau suivant :

$N' = 0,80$	0,85	0,90	0,926	0,95	0,975	1,
$\frac{m}{m'} = 0,644$	0,585	0,501	0,441	0,370	0,267	0.

Or la formule empirique donnée par M. Bazin, pour les valeurs de N′ supérieures à 0,6, comme résumant le mieux les observations, est

$$\frac{m}{m'} = 1,05\sqrt[3]{1 - N'};$$

et l'on en déduit comme résultats de l'expérience, pour les pressions relatives N′ ci-dessus,

$\frac{m}{m'} = 0,614$	0,558	0,487	0,441	0,387	0,307	0.

Malgré les écarts assez sensibles qui les séparent, en général, des résultats théoriques précédents, on peut regarder la vérification comme satisfaisante : car la petite erreur inévitable sur N′, dans chaque observation, en entraîne *ici* une bien plus grande sur la fonction $\frac{m}{m'}$, vu la rapidité du décroissement de cette fonction dès qu'on approche un peu de la limite $N' = 1$.

III. La valeur de n qu'on a éliminée ci-dessus, pour obtenir (β), entre les deux équations (1) de ma Note du 1er juillet 1907, était

$$(\gamma) \qquad n = \sqrt{\frac{1 - N'}{1 - c}} = \sqrt{\frac{8}{3}\,\frac{1 - N'}{3 - N'}}.$$

Elle offre un certain intérêt; car elle entre, non moins que la contraction inférieure c de la nappe, dans l'expression générale du rapport,

$$\frac{\eta}{h} = (1 - c)(1 - n^2 k^2),$$

de l'épaisseur η de la nappe déversante à la hauteur h de charge. Ce rapport, en y faisant $k = 1$ et substituant les valeurs (α), (γ) de c et de n, devient

$$(\delta) \qquad \frac{\eta}{h} = \frac{1 + 5N'}{8}.$$

L'épaisseur η de la nappe ondulée serait ainsi, dans la section contractée, une fraction de la hauteur h de charge, croissante de $\frac{5}{8}$ à $\frac{6}{8}$ lorsque la pression relative N′ sous la nappe grandit de 0,8 à 1, fraction égale en moyenne à $\frac{11}{16}$, ou à 0,6875. Elle diffère donc peu de sa valeur limite $\frac{2}{3}$ dans le déversoir théorique (à seuil épais et évasé) de Belanger, valeur qui se trouve convenir aussi, très sensiblement, tant aux nappes noyées en dessous et plongeantes, qu'à la nappe libre, dans les déversoirs verticaux sans contraction latérale.

IV. Il est naturel de se demander si l'expression (β) du coefficient de débit, relatif aux nappes ondulées, ou applicable aux valeurs de N′ plus grandes que 0,8, se raccorde avec celle, beaucoup plus compliquée, qui convient aux autres nappes noyées en dessous, c'est-à-dire convexes vers le haut et plongeantes, où N′ est inférieur à 0,8. Dans celles-ci, le coefficient de débit est la valeur maximum, pour k variable mais N′ donné et constant, de la formule de m qui s'obtient par l'élimination de n, ν et c entre les équations (1) et (2) de la Note citée. Cette formule

$$(\varepsilon) \qquad m = \frac{k \log k}{2(k^2-1)} \left[(2+k) - k^2 \left(2 + k - \frac{k^2}{2} \right) (1 - \mathrm{N}') \right] \sqrt{1 - \mathrm{N}'}$$

ayant la forme $f(\mathrm{N}', k)$, la relation $m = f(\mathrm{N}', k)$ représente une famille de courbes, dont k désignerait le paramètre et où m, N′ seraient respectivement l'ordonnée et l'abscisse. D'ailleurs, le maximum dont il s'agit se prend sans faire varier N′, mais en déterminant k par l'équation $\frac{dm}{dk} = 0$. La suite des points considérés, depuis $\mathrm{N}' = -\infty$ jusqu'à $\mathrm{N}' = 0,8$, constitue donc *l'enveloppe* de cette famille de courbes; et, comme $k = 1$ pour $\mathrm{N}' = 0,8$, c'est *l'enveloppée* (β), correspondant justement à $k = 1$, qui la continue au delà de $\mathrm{N}' = 0,8$. Or, celle-ci est, comme toutes les enveloppées, tangente à l'enveloppe, en son point commun avec elle.

Il y a donc bien raccordement, ou contact du premier ordre, entre les deux expressions du coefficient de débit relatives aux deux sortes de nappes noyées en dessous, qui sont les nappes *plongeantes* et les nappes *ondulées*.

M. J. **Tannery**, faisant hommage à l'Académie d'une brochure relative aux manuscrits d'*Évariste Galois*, qu'il dépose sur le Bureau, s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom de M^me^ de Blignières, fille de Joseph Liouville, les manuscrits d'Évariste Galois.

» Ces manuscrits avaient été remis à Liouville par Auguste Chevalier. Liouville a publié les plus importants dans son *Journal*, ceux qui assurent à Galois une gloire impérissable. Cette publication a été faite très judicieusement, avec un soin et une conscience dont témoignent les notes manuscrites de Liouville, les corrections faites sur les épreuves. Ces notes et ces épreuves sont jointes aux manuscrits de Galois. En 1897, la Société mathématique de France, que présidait alors M. Émile Picard, a donné une nouvelle édition des Œuvres mathématiques de Galois, conforme à la publication de Liouville. M. Picard a écrit une Introduction pour cette nouvelle édition.

» J'ai décrit les manuscrits de Galois, que je remets aujourd'hui à l'Académie, dans une suite d'articles insérés dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*; j'ai publié là les manuscrits que Liouville avait omis, au moins ce qu'il m'a paru utile ou possible de publier. M. Gauthier-Villars a réuni ces articles dans une brochure, dont je demande la permission de faire hommage à l'Académie.

» Ce n'est assurément pas sans peine que M^me^ de Blignières a pu retrouver les manuscrits de Galois, dans la masse des papiers laissés par son illustre père. L'Académie lui saura certainement gré de la peine qu'elle s'est donnée; les mathématiciens, tant qu'il en restera, ne regarderont jamais sans émotion le manuscrit de la Lettre à Chevalier ou du Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux, corrigé pendant la nuit qui a précédé le duel où Galois devait trouver la mort.

» Aux manuscrits de Galois est jointe une relique touchante qui vient d'Hermite, par M. Émile Picard : le professeur de Mathématiques spéciales de Galois, M. Richard, avait conservé et donné à Hermite quelques copies de son ancien élève ; M. Picard a bien voulu me remettre ces copies pour les joindre au don de M^me^ de Blignières. »

Sur la proposition de M. le Secrétaire perpétuel, l'Académie décide que des remercîments seront adressés à M^me^ de Blignières pour le don si précieux des manuscrits du grand et infortuné géomètre.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de l'électrocapillarité.* Note de M. **Gouy**.

J'ai montré antérieurement qu'il est nécessaire, lorsqu'un métal est immergé dans un électrolyte, de tenir compte des forces non-électriques φ qui peuvent s'exercer, à très petite distance, entre le métal et les ions ou les molécules du corps dissous [1]. L'existence de pareilles forces attractives, variables suivant le corps considéré, paraît résulter des phénomènes bien connus que présentent les corps poreux ou très divisés et qu'on désigne quelquefois sous le nom d'*affinité capillaire*. Depuis lors, les recherches expérimentales que j'ai poursuivies sur la fonction électrocapillaire m'ont confirmé dans l'opinion que ces forces φ donnent la clef des problèmes de l'électrocapillarité.

De l'existence de ces forces résulte naturellement une accumulation des ions ou des molécules du corps dissous sur la surface du métal. J'ai pu démontrer, sans autre hypothèse que la réversibilité, qu'une pareille accumulation se produit en réalité dans les solutions aqueuses qui donnent un maximum électrocapillaire moindre que l'eau pure [2] (corps actifs).

Dans la Note précitée, j'ai examiné le cas où les forces φ agissent sur les anions seuls. Il se forme alors en général une couche électrique triple à la surface métal-électrolyte et, au maximum électrocapillaire, il y existe une couche double. En raison de cette couche, le métal à ce moment est négatif par rapport à la masse de l'électrolyte. Ce cas paraît être celui de tous les corps actifs de la Chimie minérale, en solutions étendues.

L'expérience montre en effet que leur courbe électrocapillaire ne dépend que de l'anion; elle est sensiblement la même pour les sels d'un

---

(1) Les forces φ sont dites *non-électriques* dans le sens usuel du mot, parce que le métal les exerce indépendamment de sa charge électrique, comme les forces moléculaires; mais je n'entends pas dire par là que l'essence intime de ces forces, comme des forces moléculaires, n'est pas électrique; c'est une autre question (*Comptes rendus*, 3 décembre 1900).

(2) Le fait de l'accumulation, étant ainsi établi sans faire intervenir les forces φ, forme une preuve de l'existence de ces forces (*Comptes rendus*, 3 décembre 1900, et *Journal de Physique,* avril 1901).

même acide et pour l'acide lui-même, et très différente au contraire pour les divers sels d'un même métal ou pour les divers acides ([1]).

Depuis lors, le cas inverse a été découvert avec les bases organiques fortes (ammoniums quaternaires, etc.) et leurs sels d'acides inactifs ([2]). Pour ces corps, la courbe électrocapillaire ne dépend que du cathion; elle est la même pour la base et ses divers sels. Les forces φ agissent ici sur les cathions, la surface mercure-électrolyte est le siège des mêmes couches que tout à l'heure, mais de signe opposé, et, au maximum, le mercure est positif par rapport à l'électrolyte.

Ces deux effets opposés, prévus par la considération des forces φ, sont absolument d'accord avec les déplacements du maximum suivant l'axe des potentiels, que montrent les courbes électrocapillaires.

Examinons maintenant le cas où les forces φ s'exercent sur les molécules du corps dissous et non sur les ions. L'expérience montre que ce cas est réel, car la courbe électrocapillaire d'un électrolyte inactif est profondément modifiée par l'addition d'une petite quantité d'un corps organique neutre A, et sensiblement de la même manière quel que soit l'électrolyte ([3]). Le corps A ne fournissant pas d'ions et ne modifiant pas les ions préexistants, ce sont les molécules elles-mêmes de A qui produisent ces effets, en venant s'accumuler à la surface du mercure sous l'action des forces φ.

De cette accumulation résulte l'abaissement de la tension superficielle, puisque l'attraction entre le mercure et la solution se trouve ainsi augmentée. Il est remarquable que cette accumulation, pour la plupart des corps, varie beaucoup avec la valeur de l'excès Δ du potentiel du mercure sur celui de la masse de la solution, et même, dans le cas fréquent des courbes à troncature, qu'elle n'existe que pour les valeurs moyennes de Δ, près du sommet de la courbe électrocapillaire. Il paraît s'établir à la surface mercure-électrolyte un équilibre complexe, où interviennent les ions de l'électrolyte et les molécules de A qui, dans une certaine mesure, s'excluent

---

([1]) *Sur la fonction électrocapillaire*, 1^re Partie (*Annales de Chimie et de Physique*, 1903). Cette relation montre qu'on ne doit pas chercher dans l'absorption du cathion par le mercure l'explication des particularités que j'ai signalées dans les courbes électrocapillaires de ces corps.

([2]) *Sur la fonction électrocapillaire*, 3^e Partie (*Annales de Chimie et de Physique*, 1906).

([3]) *Sur la fonction électrocapillaire*, 2^e Partie (*Annales de Chimie et de Physique*, 1906).

mutuellement, car, la troncature formant plus ou moins un palier, la capacité électrique y est faible. Aux extrémités de la courbe électrocapillaire, les forces électriques sont prépondérantes et les ions forment leur couche ordinaire en éloignant les molécules de A ; au milieu de la courbe, les ions, moins attirés, sont supplantés par les molécules sollicitées par les forces φ. Le passage d'un régime à l'autre se fait, pour certains corps, presque subitement et forme une sorte de point critique dépendant de la concentration.

Avec d'autres corps, les molécules et les ions ne semblent pas s'influencer, et l'effet du corps A est constant (acides aminés); enfin tous les cas intermédiaires sont réalisés avec de nombreuses variantes, et les ions des deux signes agissent souvent d'une manière différente.

La forme de la courbe modifiée par le corps A montre que, au maximum, Δ est souvent fort différent de zéro, ce qui indique que l'accumulation des molécules produit l'effet d'une couche électrique double, comme le ferait, par exemple, une couche de molécules prise dans une tourmaline normalement à l'axe. En voici une explication admissible. Les forces φ, s'exerçant presque au contact, doivent tendre en général à orienter les molécules si elles n'ont pas de centre de symétrie. Pour que cette couche de molécules orientées agisse comme une couche électrique double, il suffit que la molécule possède un moment électrique, c'est-à-dire deux pôles électriques distincts, définis du reste comme les pôles d'un aimant. Or c'est ce qui résulte des idées actuelles sur les molécules, considérées comme des groupements de corpuscules électrisés.

Si les molécules tournent leur pôle + du côté du mercure, on aura $\Delta > 0$ au maximum électrocapillaire. C'est le cas le plus fréquent (alcools, éthers, etc.). Si les molécules tournent leur pôle — du côté du mercure, on aura $\Delta < 0$ (phénols, etc.). Avec certains corps (glycérine, sucres, etc.), les molécules ne paraissent pas orientées, ou bien leur moment est négligeable, de telle sorte qu'au maximum $\Delta = 0$.

Remarquons enfin qu'il faut tenir compte des attractions exercées par le métal sur les molécules du dissolvant [1] aussi bien que sur celles du corps

---

(1) On peut se demander si l'eau elle-même ne donne pas lieu à la formation d'une couche moléculaire orientée jouant le rôle d'une couche électrique double. S'il en était ainsi, la valeur de Δ au maximum électrocapillaire avec l'eau pure serait différente de zéro, et ce que nous avons dit plus haut sur le signe de Δ pour les diverses solutions aqueuses subirait quelques modifications. Il ne paraît pas utile pour le moment de s'arrêter à cette hypothèse.

dissous, et aussi des volumes occupés par elles, en sorte que les forces φ expriment une action différentielle ou résultante. Si les premières de ces molécules sont plus attirées que les secondes (eu égard à leur volume), la force φ sera répulsive et il y aura appauvrissement de la solution au contact du mercure. Dans ce cas, la tension superficielle maximum est plus grande pour la solution que pour l'eau pure, ce qu'on observe avec quelques sels minéraux (sulfates, phosphates, etc.) en solutions concentrées ([1]).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, au choix d'un Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *J. Janssen*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Maurice Hamy	obtient.	29 suffrages
M. Pierre Puiseux	»	29 »
M. Andoyer	»	1 »

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Maurice Hamy	obtient.	31 suffrages
M. Pierre Puiseux	»	28 »

M. **Maurice Hamy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Plusieurs Volumes du Bulletin et de l'Annuaire et divers Mémoires

---

([1]) En Chimie minérale, les forces φ (attractives) existent avec les molécules des acides oxygénés en solutions concentrées et font qu'ils se comportent alors un peu autrement que leurs sels.

publiés par la *Station séricicole du Caucase.* (Offerts par M. N. Schawrof, Directeur de la Station.)

2° *Nuove notizie storiche sulla vita e sulle opere di Macedonio Melloni*, par M. J. Guareschi. (Présenté par M. A. Haller.)

3° *Observatoire Jarry-Desloges, temporairement au Revard. Observations des surfaces planétaires : la Lune; Mars; Jupiter; Saturne; Mercure.* (Présenté par M. Bigourdan.)

4° La *Carte géologique internationale de l'Amérique du Nord*, par Emm. de Margerie.

5° *Dynamique appliquée*, par Léon Lecornu.

ASTRONOMIE. — *Détermination, à l'Observatoire de Paris, des erreurs systématiques des reproductions des réseaux de la Carte du ciel.* Note de M. **Jules Baillaud**, présentée par M. B. Baillaud.

M. Pr. Henry a montré comment on peut déterminer les coordonnées rectangulaires des quatre sommets d'un réseau qui est à peu près un carré en mesurant les différences de longueurs des côtés et les différences de longueurs des diagonales. La connaissance de la courbure des traits et la comparaison de leurs intervalles successifs permettent d'interpoler les coordonnées de leurs points d'intersection entre celles des quatre sommets.

Cette étude a presque toujours été faite sur le réseau original. Cependant celui-ci, pendant l'impression, étant maintenu à $0^{mm},1$ de la couche sensible, il n'est pas sûr que son image latente lui soit identique. MM. Bohlin, Küstner, Luddendorf, Monnichmeyer ont, en effet, trouvé entre le réseau et son image des différences systématiques sensibles. C'est donc l'image latente sur le cliché qu'il faudrait étudier. Malheureusement, le développement peut introduire des déformations accidentelles de la couche sensible qu'on ne peut éliminer des résultats que par la mesure d'un très grand nombre de reproductions; le travail serait si considérable et si incertain qu'il n'a jamais été entrepris; les savants déjà cités se sont bornés à l'étude de quelques traits. D'autre part, l'étude du réseau ou de ses reproductions nécessite l'emploi d'une machine de mesure ayant une vis micrométrique très longue, ou de comparateurs spéciaux qui ne sont pas en la possession de tous les observatoires; elle est, dans les deux cas, entachée d'une grande cause d'erreurs : la dilatation de la machine pendant les mesures. Tous les auteurs qui ont publié sous une forme un peu étendue leurs études de réseaux ont tenu compte de cette variation de température, mais l'incertitude de la correction appliquée est d'autant plus regrettable qu'elle est de l'ordre même des erreurs cherchées.

La méthode que je propose a l'avantage de supprimer l'influence des variations de température et permet d'étudier l'image latente de la reproduction du réseau sans être gêné par les déformations de la gélatine produites par le développement. Son principe est de photographier côte à côte, sur la même plaque, les longueurs à comparer, et cela en se plaçant dans les conditions ordinaires de l'impression des réseaux, de façon que les déformations qui peuvent se produire dans la projection de l'image sur la couche sensible restent les mêmes. On s'arrange pour que les deux traits à comparer soient bien parallèles et soient décalés de quelques dixièmes de millimètre l'un par rapport à l'autre. Il suffit alors de mesurer les petites longueurs qui débordent aux deux extrémités. On peut admettre que les déformations de la gélatine sont négligeables dans des étendues aussi faibles et que les dilatations de la machine pendant les mesures sont sans influence. Néanmoins, il faut prendre de grandes précautions pour que le réseau et le cliché restent à la même température pendant la durée des deux impressions. On dispose pour juxtaposer deux traits de tous les déplacements qu'on peut donner à la plaque dans le châssis à réseau : rotation de 90° et de 180° et translation de 7^{mm} ou 8^{mm}; on peut aussi faire des comparaisons qui auraient été impossibles sur la plaque entière en la découpant en bandes. Deux images du même trait, obtenues en retournant la plaque de 180°, permettent d'en déterminer le milieu et la flèche.

Le choix des photographies à faire dépend de la disposition intérieure du châssis à réseau et de ses dimensions. Dans une autre publication nous donnerons l'exposé des opérations faites pour l'étude d'un des réseaux de l'Observatoire de Paris.

Disons seulement qu'à l'aide d'un cliché, sur lequel se trouve imprimé un réseau, on détermine les dimensions des cales latérales auxiliaires qui doivent maintenir, dans le châssis à réseau, le cliché ou le morceau de cliché dans la position voulue; on ajuste le cliché et l'on attend avant l'impression un temps assez long pour qu'on soit sûr que l'équilibre de température est atteint. On s'arrange pour que l'ajustage nécessaire pour la seconde impression soit tout à fait facile, afin qu'il puisse se faire en quelques secondes, et que l'opérateur n'ait à toucher le cliché que le moins possible. Lorsqu'on veut imprimer un trait sur une bande de cliché étroite, il peut se faire que les quatre cales inférieures, qui maintiennent la couche sensible à quelque distance du réseau, soient trop écartées pour cette bande. On est donc obligé d'introduire des cales auxiliaires; mais il est nécessaire que ces cales aient une épaisseur telle que leurs surfaces supérieures soient dans le même plan que celles des cales fixes. On y arrive rigoureusement, en faisant couler une goutte de cire à cacheter sur l'endroit où l'on veut placer la cale, et en l'écrasant avec une glace jusqu'à ce que celle-ci repose sur les quatre cales fondamentales.

Cette méthode a été appliquée à l'un des réseaux de l'Observatoire. Les erreurs à déterminer atteignent 3^{μ}, et les résultats donnés par plusieurs clichés concordent à $0^{\mu},5$ près. C'est l'ordre de grandeur même des grains d'argent et par suite des irrégularités qu'ils produisent sur le bord des traits. On pourrait sans doute augmenter la précision apparente des résultats en employant des plaques à grains plus fins, au collodion ou au citrate, mais il n'est pas sûr que les erreurs systématiques restent les mêmes. Il nous a semblé que, lorsqu'on augmente la durée d'impression, l'image des traits s'élargit dissymétriquement.

Lorsqu'on possède un réseau dont on a étudié par la méthode précédente les images latentes, on peut déterminer simplement les erreurs d'un second réseau par rapport à celles du premier, en juxtaposant sur la même plaque, très légèrement décalées l'une par rapport à l'autre, les images des deux réseaux.

GÉOMÉTRIE. — *Applicabilité et modes divers de représentation des surfaces à lignes de courbure confondues.* Note de M. **L. Raffy**.

I. Les surfaces (O_k) à lignes de courbure confondues, ayant même courbure totale tout le long de leurs génératrices rectilignes isotropes (voir *Comptes rendus,* p. 461 de ce Volume), rentrent dans la classe plus générale des surfaces (K_m) dont la courbure totale K ne dépend que de l'un des paramètres des lignes minima et pour lesquelles, en vertu de cette propriété même, les deux paramètres différentiels $\Delta_1 K$ et $\Delta_2 K$ sont identiquement nuls. Les surfaces (K_m) mettent donc en défaut la théorie classique de l'applicabilité, fondée sur l'emploi de ces paramètres différentiels. Mais, laissant de côté celles de ces surfaces dont la courbure totale est constante, on peut, par des opérations purement algébriques, rapporter toute surface (K_m) à ses lignes d'égale courbure ($v = \text{const.}$) et à une autre famille de courbes, d'ailleurs quelconque; on n'a plus alors qu'à effectuer une quadrature de différentielle ordinaire pour donner à l'élément linéaire la forme

$$ds^2 = 2\,du\,dv + (vu^2 + V)\,dv^2,$$

où v représente la courbure totale et V une fonction déterminée de v. Il suit immédiatement de là que *toute surface dont la courbure totale ne dépend que de l'un des paramètres des lignes minima est applicable sur une infinité de*

surfaces à génératrices isotropes. De plus, si une autre surface (K_m) a comme élément linéaire

$$ds_1^2 = 2\,du_1\,dv_1 + (v_1 u_1^2 + V_1)\,dv_1^2,$$

pour l'appliquer sur la surface d'élément linéaire ds^2, on devra prendre $v_1 = v$; on trouve alors que u_1 doit être égal à u et l'on arrive à l'unique condition $V_1(v) = V(v)$, qui est nécessaire et suffisante. On pourra donc toujours, en procédant de la sorte, reconnaître si deux surfaces (K_m) sont applicables l'une sur l'autre.

II. Pour rapporter les surfaces (O_k) à leurs lignes de longueur nulle ($\alpha = \text{const.}$, $\beta = \text{const.}$), j'emploie les formules qui dérivent de l'analyse par laquelle O. Bonnet a obtenu l'équation aux dérivées partielles des surfaces admettant l'élément linéaire $4\varphi^2(\alpha, \beta)\,d\alpha\,d\beta$. A l'aide de ces formules, pour lesquelles je renverrai à mes *Recherches sur les surfaces isothermiques* (*Ann. de l'Éc. Norm. sup.*, 1905 et 1906), on établit que *les surfaces* (O_k) *font partie des surfaces dont l'élément linéaire devient celui d'une sphère de rayon* 1 *quand on le multiplie par le carré de la courbure moyenne.* Or les surfaces qui jouissent de cette propriété, et parmi lesquelles figurent six variétés importantes de surfaces isothermiques, ont toutes été déterminées dans le second des Mémoires précités (p. 407-409). Si l'on particularise les formules générales de manière qu'elles représentent les surfaces (O_k), on obtient, pour les coordonnées de ces surfaces, les expressions suivantes :

$$x + iy = -\frac{A^2}{\alpha+\beta} + \int A'^2\,d\alpha, \qquad x - iy = -\frac{A_1^2}{\alpha+\beta} + \int A_1'^2\,d\alpha,$$
$$iz = -\frac{AA_1}{\alpha+\beta} + \int A'A_1'\,d\alpha,$$

où A et A_1 sont des fonctions arbitraires de α, dont A' et A_1' sont les dérivées. L'élément linéaire est

$$ds^2 = (AA_1' - A'A_1)^2(\alpha+\beta)^{-2}\,d\alpha\,d\beta.$$

Si l'on cherche dans quel cas il est réductible à la forme harmonique (forme de Liouville), on reconnaît que la courbure totale doit être constante. Dans un travail antérieur (*Ann. de la Fac. des Sc. de Toulouse*, t. IX, 1895), j'ai prouvé que *toute surface harmonique réglée est applicable sur une surface de révolution ou sur une quadrique;* mais j'ai laissé de côté les surfaces à génératrices isotropes : d'après le résultat qui précède, la proposition est vraie sans aucune restriction.

III. Nous nous proposerons encore de rapporter les surfaces (O_k) à leurs lignes asymptotiques. Pour avoir, à l'aide des formules de M. Lelieuvre,

$$\begin{aligned} dx &= (mn'_u - nm'_u)\,du - (mn'_v - nm'_v)\,dv, \\ dy &= (nl'_u - ln'_u)\,du - (nl'_v - ln'_v)\,dv, \\ dz &= (lm'_u - ml'_u)\,du - (lm'_v - ml'_v)\,dv, \end{aligned}$$

des surfaces réglées dont les lignes $u = \text{const.}$ soient les génératrices, il faut, comme l'a établi M. Goursat (*Bull. de la Soc. mathém.*, t. XXIV, 1896), prendre

$$l = \frac{2U_1}{u-v} - U'_1, \qquad m = \frac{2U_2}{u-v} - U'_2, \qquad n = \frac{2U_3}{u-v} - U'_3,$$

les U_i désignant trois fonctions arbitraires de u, dont les U'_i sont les dérivées. Dans le cas des surfaces (O_k), la courbure totale ne dépend que du paramètre u; d'après la formule bien connue qui exprime la courbure totale d'une surface rapportée à ses asymptotiques, on devra avoir

$$l^2 + m^2 + n^2 = \frac{4\Sigma U_i^2}{(u-v)^2} - \frac{4\Sigma U_i U'_i}{u-v} + \Sigma U_i'^2 = \varphi(u),$$

ce qui entraîne visiblement la condition nécessaire et suffisante

$$\Sigma U_i^2 = U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 = 0.$$

On n'aura donc qu'à poser

$$U_1 + iU_2 = U^2, \qquad U_1 - iU_2 = -U_0^2, \qquad U_3 = UU_0,$$

ce qui donnera

$$l^2 + m^2 + n^2 = (UU'_0 - U_0U')^2.$$

Je n'insisterai pas sur la représentation qu'on obtient ainsi pour les surfaces (O_k). Son intérêt principal consiste, en ce qu'elle fait connaître un exemple nouveau de surfaces très générales, présentant un réseau conjugué *persistant*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application d'un procédé alterné au problème biharmonique.* Note de M. S. ZAREMBA, présentée par M. Émile Picard.

Dans certains cas, comme, par exemple, dans celui où il s'agit de déter-

miner la figure d'équilibre d'une plaque élastique encastrée, le problème biharmonique peut être énoncé de la façon suivante :

Déterminer une fonction ϖ, biharmonique à l'intérieur d'un domaine donné (D), *de façon que les valeurs périphériques de cette fonction, ainsi que celles de ses dérivées du premier ordre, coïncident avec les éléments analogues relatifs à une fonction donnée φ.*

Bornons-nous, pour plus de simplicité, au cas du plan et posons

$$v = \Delta\varpi.$$

Sauf quelques restrictions d'une nature extrêmement générale, la détermination de la fonction v, et, par conséquent, celle de la fonction ϖ elle-même, dépend alors d'un problème que j'appellerai *problème intermédiaire* et dont voici l'énoncé :

Étant donnée une fonction ψ, telle que l'intégrale

$$\int_{(D)} \psi^2 \, d\tau, \tag{1}$$

où $d\tau$ représente l'élément d'aire, ait un sens, déterminer une fonction v, harmonique à l'intérieur du domaine (D), *telle que l'intégrale*

$$\int_{(D)} v^2 \, d\tau$$

ait une valeur finie et telle, en outre, que, pour toute fonction h, harmonique à l'intérieur du domaine considéré, on ait

$$\int_{(D)} vh \, d\tau = \int_{(D)} \psi h \, d\tau,$$

pourvu que l'intégrale

$$\int_{(D)} h^2 \, d\tau$$

ne soit pas dépourvue de signification.

On démontre facilement, *a priori*, que le problème précédent admet au plus une seule solution.

Pour le cercle, la solution du problème intermédiaire est immédiate.

Sachant résoudre ce problème pour chacun des deux domaines (D_1) et (D_2) ayant des points intérieurs communs, on peut aussi le résoudre pour le domaine (D) formé par l'ensemble des points dont chacun est intérieur à l'un au moins des domaines (D_1) et (D_2); on obtient ce résultat par une méthode que j'appellerai *procédé alterné,* à cause de son analogie avec la méthode bien connue de M. Schwarz pour le problème de Dirichlet.

Considérons maintenant, dans le plan, un domaine (D) ne s'étendant pas à l'infini et ayant une aire bien déterminée; envisageons en outre une fonction donnée ψ quelconque, à cela près que l'intégrale (1) ait un sens. Il sera possible de former une suite infinie de cercles

$$(C_1),\quad (C_2),\quad (C_3),\quad \ldots$$

intérieurs au domaine (D) et tels que tout point, intérieur à ce domaine, soit aussi intérieur à l'un au moins des cercles précédents. Désignons par (D_n) le domaine formé par l'ensemble des points, tels que chacun d'eux soit intérieur à l'un au moins des cercles

$$(C_1),\quad (C_2),\quad \ldots,\quad (C_n),$$

et envisageons une suite infinie, dont le premier terme ψ_0 coïncide avec la fonction donnée ψ, le terme général ψ_n se déduisant du terme ψ_{n-1} de la façon suivante : à l'intérieur du domaine (D_n), la fonction ψ_n coïncide avec la fonction harmonique qui, pour ce domaine et par rapport à la fonction ψ_{n-1}, représente la solution du problème intermédiaire; dans le reste du domaine (D), on a

$$\psi_n = \psi_{n-1}.$$

L'application du procédé alterné permettra de prolonger la suite

$$(2)\qquad \psi_0,\quad \psi_1,\quad \psi_2,\quad \ldots$$

aussi loin qu'on le voudra. Pour certaines valeurs de n, le domaine (D_n) pourrait se composer de plusieurs régions séparées, mais cela ne gênerait en rien.

Cela posé, il est possible de prouver que la suite (2) sera uniformément convergente dans tout domaine *intérieur* au domaine (D), et qu'elle aura pour limite la fonction v qui représente, pour le domaine (D) et par rapport à la fonction ψ, la solution du problème intermédiaire.

L'extension à l'espace de la théorie précédente n'offre pas de difficultés.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Remarque relative à ma Note sur les équations différentielles d'un corpuscule électrisé dans un champ magnétique.* Note de M. **Carl Störmer.**

Dans une Note précédente (¹) j'ai indiqué des cas de réduction des équations différentielles de la trajectoire d'un corpuscule électrisé dans un champ magnétique. En effet, en conservant les notations y employées, j'ai fait voir que, si les m_{ik} sont des fonctions de q_2 et q_3 seuls et si de plus $-R_2$ et R_3 sont les dérivées partielles par rapport à q_3 et q_2 d'une fonction Φ de q_2 et q_3, on peut effectuer une intégration première.

J'ai alors supposé Φ indépendant de q_1; en tenant compte de cette circonstance, on réduira davantage la condition (IV) trouvée dans ma Note; en effet, on aura alors $\frac{\partial R_2}{\partial q_1} = 0$ et $\frac{\partial R_3}{\partial q_1} = 0$, ce qui, joint à la condition (IV), donne le système

$$\begin{aligned}
M_{11}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1^2} + M_{12}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_2} + M_{13}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_3} &= 0,\\
M_{21}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1^2} + M_{22}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_2} + M_{23}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_3} &= 0,\\
M_{31}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1^2} + M_{32}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_2} + M_{33}\frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_3} &= 0.
\end{aligned}$$

Comme le déterminant des M_{ik} n'est pas nul, cela exige que

$$\frac{\partial^2 V}{\partial q_1^2} = 0, \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_2} = 0, \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial q_1\,\partial q_3} = 0,$$

d'où

$$\frac{\partial V}{\partial q_1} = a,$$

et

$$V = aq_1 + W(q_2, q_3),$$

où a est une constante et où $W(q_2, q_3)$ est fonction de q_2 et q_3 seuls.

En combinant cela avec une recherche de M. Levi-Cività sur les transformations infinitésimales de l'équation de Laplace, on trouve toutes les formes que peut avoir la fonction W, ainsi que les systèmes de coordonnées curvilignes q_1, q_2, q_3 correspondantes.

(¹) *Comptes rendus* du 2 mars 1908.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les gaz provenant des étincelles électriques.* Note de M. **M. de Broglie**, transmise par M. Mascart.

MM. de Watteville et Hemsalech ont récemment découvert et décrit (¹) un procédé nouveau et remarquable pour obtenir les spectres de flamme en admettant, dans un brûleur à gaz, de l'air provenant d'étincelles condensées. Je me suis proposé d'examiner l'état du gaz produit dans ces conditions au point de vue de l'ionisation et des poussières en suspension; l'air étudié est bien desséché et filtré, puis passe sur une étincelle petite et peu condensée pour éviter l'arrachement de grosses particules et la vaporisation excessive des électrodes.

Avec tous les métaux examinés, le gaz s'est présenté comme renfermant:

1° Des ions de faible mobilité (pour le platine par exemple, la mobilité était bien définie à 10^{μ} par seconde dans un champ de 1 volt par centimètre); M. Langevin a signalé (²) la présence de centres analogues dans les aigrettes;

2° Des centres neutres susceptibles de se transformer en ions de faible mobilité par exposition au radium ou aux rayons de Röntgen et donnant aux gaz qui les renferment une aptitude exceptionnelle à s'ioniser par barbotage;

3° Des poussières ténues visibles dans le faisceau d'un arc; ces poussières très différentes d'aspect suivant le métal sont particulièrement abondantes avec le sodium, le thallium, le bismuth; dans le cas du thallium, par exemple, les particules faciles à voir avec un grossissement modéré sont d'une grosseur assez homogène, franchement ultramicroscopiques et présentent un mouvement brownien caractérisé; elles tombent lentement.

Ces poussières sont en partie électrisées, elles constituent vraisemblablement le principal véhicule de la réaction spectrale.

Les particules provenant du sodium grossissent rapidement et deviennent des gouttelettes quand l'air est humide.

Les gaz qui ont barboté dans l'eau pure ne présentent pas de nuage visible dans le faisceau d'un arc (quand il n'y a pas pulvérisation grossière

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1er sem., 1907, p. 1338, et t. CXLV, 2e sem., 1907, p. 1266.

(²) *Soc. Phys.*, 1905.

du liquide), mais on en aperçoit un dès que des traces salines sont introduites; on sait qu'on peut aussi obtenir de beaux spectres de flammes par ce moyen.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption des cristaux de terres rares et leurs modifications dans un champ magnétique aux températures de liquéfaction et de solidification de l'hydrogène.* Note de MM. **Jean Becquerel** et **H. Kamerlingh Onnes**, présentée par M. Henri Poincaré.

L'un de nous [1] a précédemment étudié les phénomènes magnéto-optiques dans divers composés de terres rares, et l'influence des variations de température sur l'absorption entre +100° et —190°. Au Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde, nous avons pu observer jusqu'à — 259° (solidification de l'hydrogène) [2] les spectres des cristaux et leurs variations dans un champ magnétique. Nous nous bornerons, dans la présente Note, à donner un premier aperçu de l'ensemble des phénomènes [3].

Dispositif. — Les lames cristallines, enchâssées dans une petite plaque de platine à l'extrémité d'une tige de verre, sont placées à l'intérieur d'un tube à enceinte de vide non argenté. Ce tube, dans lequel on verse de l'hydrogène liquide, est entouré d'un second tube renfermant de l'air liquide. L'ensemble des deux tubes possède une partie étroite qui pénètre entre les pôles, distants de 8^{mm}, d'un électro-aimant. Le tube à hydrogène est maintenu par un collier de caoutchouc dans un chapeau en argentan muni de trois tubulures. Dans l'une de ces tubulures passe la tige supportant le cristal; les deux autres tubulures servent à l'introduction et au dégagement de l'hydrogène.

Influence des variations de température sur les spectres d'absorption. — 1° On sait que les bandes deviennent plus fines lorsqu'on abaisse la température. L'étude de la dispersion anomale auprès de quelques bandes de la tysonite avait montré que, jusqu'à la température de — 190°, la largeur de ces bandes varie proportionnellement à la racine carrée de la température

---

(1) Jean Becquerel, *Le Radium*, t. IV, n° 2, p. 49; n° 3, p. 103; n° 9, p. 328; n° 11, p. 383 (1907), et t. V, n° 1, p. 5 (1908).

(2) H. Kamerlingh Onnes, *Meth. and app. used in cryog. Lab. at Leiden. X Proc. Roy. Soc. Amst.* (Mai 1906), *Comm. fr. the physic. Laborat. at Leiden*, n° 94.

(3) Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Kon. Akad. v. Wetens. te Amsterdam*, 29 février 1908.

absolue. Si l'on abaisse la température jusqu'à — 259°, on constate que la plupart des bandes ne suivent plus une loi aussi simple et se rétrécissent de moins en moins. Deux bandes du xénotime sont même plus floues à — 259° qu'à — 253° et paraissent bien avoir passé par un *minimum de largeur*. Il subsiste toutefois un certain nombre de bandes dont la largeur continue à diminuer, jusqu'à — 259°, à peu près suivant la loi établie jusqu'à — 190°.

2° On a vu précédemment que presque toutes les bandes d'absorption des composés de terres rares sont, à la température de l'air liquide, beaucoup plus intenses qu'à la température ordinaire. L'augmentation d'intensité résulte à la fois du rétrécissement et d'un accroissement de l'énergie totale absorbée. Aux températures plus basses, on observe qu'un grand nombre de bandes, qui avaient donné lieu à une absorption croissante entre + 20° et — 190°, ont, au contraire, considérablement diminué d'intensité; certaines ont même disparu à — 259°.

Il existe donc, pour chacune de ces bandes, une température à laquelle l'absorption passe par un maximum.

Il est probable que ce fait est général et que les rares bandes pour lesquelles l'absorption diminue à partir de la température ordinaire, par l'effet du refroidissement, possèdent leur maximum à haute température. D'autres bandes, au contraire, continuent à augmenter d'intensité entre — 190° et — 259°; il est à présumer qu'elles passeraient par un maximum au-dessous de 14° absolus. Parmi ces bandes se trouvent celles qui apparaissent par refroidissement; elles constituent un *spectre de basse température*, à peu près invisible à la température ordinaire.

Le phénomène du maximum d'absorption semble devoir être rapproché de l'existence probable, à très basse température, d'un maximum de conductibilité des métaux (¹).

Phénomènes magnéto-optiques : *I. Vibrations circulaires dans les cristaux uniaxes.* — L'axe optique d'un cristal uniaxe (xénotime, tysonite, parisite, apatite, etc.) étant orienté parallèlement au champ magnétique et au faisceau lumineux, si l'on analyse simultanément les spectres de deux vibrations circulaires inverses, on observe les phénomènes suivants :

1° L'écart des bandes d'absorption des vibrations droites et gauches,

---

(¹) H. Kamerlingh Onnes, *Communic. fr. the physic. Laborat. at. Leiden.* Suppl. n° 9, 1904, p. 25 et suiv. — H. Kamerlingh Onnes and J. Clay, *Proc. Roy. Soc. Amsterdam,* juin 1906 et juin 1907. *Comm. Leiden,* n°s 95^c, 95^d, 99^c.

dans un même champ magnétique, reste invariable jusqu'à — 259°. Les changements de fréquence, sous l'action du magnétisme, des systèmes oscillants, sont donc, au moins en première approximation, indépendants des mouvements thermiques, de l'intensité et de la largeur des bandes, ainsi que des propriétés paramagnétiques de la substance; ils paraissent être la cause première du diamagnétisme.

L'invariabilité des changements de fréquence apporte un solide appui à l'hypothèse des *électrons positifs*. Si, en effet, les bandes dont les déplacements sont de sens opposé au sens du phénomène de Zeeman étaient dues à des électrons négatifs, il faudrait supposer que ces électrons vibrent dans un champ magnétique de sens opposé au champ extérieur, et il est difficile d'admettre que ce champ interne puisse être tout à fait indépendant de la température.

Les résultats précédemment obtenus pour la polarisation rotatoire magnétique dans les cristaux ont été confirmés et étendus (1).

2° Aux très basses températures, on observe pour presque toutes les bandes du xénotime et de l'apatite, ainsi que pour une bande de la tysonite, une *dissymétrie d'intensité entre les composantes correspondant aux deux vibrations circulaires*. Cet effet avait déjà été observé à —190° et, à cette température, n'avait paru soumis à aucune règle. A — 253° et — 259°, la composante située du côté des petites longueurs d'onde augmente d'intensité aux dépens de l'autre composante. La dissymétrie est d'autant plus forte que la température est plus basse et que le champ est plus intense. Une seule bande, dans le xénotime, donne un effet de sens inverse.

Ces dissymétries, observées lorsque le faisceau est parallèle au champ, ne sont expliquées par aucune des théories actuelles.

Il semble que la stabilité des systèmes oscillants varie rapidement, à très basse température, dès que la période est légèrement modifiée. Ces phénomènes sont peut-être de nature à apporter quelque lumière sur l'explication du magnétisme, car des variations de stabilité, introduisant une dissymétrie entre les mouvements de sens opposés, peuvent être l'origine du paramagnétisme.

II. *Cristaux biaxes; variation de l'inertie des systèmes oscillants avec la direction du mouvement.* — Dans certains cristaux (sulfates de néodyme et de praséodyme), on rencontre des bandes qui, à —253° et —259°, se

(1) Jean Becquerel, *Le Radium*, t. V, 1908, p. 13. — Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *loc. cit.*

résolvent en groupes de raies extrêmement fines. Ces raies occupent sensiblement la même place dans les trois spectres principaux. Désignons par 1, 2, 3 les directions principales du cristal; nous pouvons placer successivement ces directions parallèlement au champ magnétique; nous avons alors respectivement les vibrations 2 et 3, 1 et 3, 1 et 2, orientées normalement au champ. L'expérience montre que, dans le premier cas, les raies des spectres 2 et 3, *les deux vibrations étant liées ensemble par l'effet du champ qui leur est perpendiculaire*, donnent un même doublet magnétique. Dans le deuxième cas, 1 et 3 donnent aussi un même doublet, *mais ce doublet est différent du premier*. Enfin 1 et 2, dans le troisième cas, donnent un nouveau doublet différent des deux autres.

L'écart des composantes de ces doublets est, en première approximation, le même lorsque le faisceau est parallèle au champ, ou lorsqu'il est dirigé suivant l'une des directions principales normales au champ.

Enfin les trois vibrations 1, 2, 3, orientées parallèlement au champ, donnent encore trois nouveaux doublets qui, à première vue, ne paraissent pas avoir de relations entre eux ni avec les doublets des vibrations normales au champ.

Si l'on admet que l'absorption est due à des électrons soumis à une force quasi-élastique, on est conduit aux conclusions suivantes :

1° La masse de ces électrons dépend de la direction du mouvement; la variabilité de cette masse électromagnétique pourrait résulter d'une forme ellipsoïdale de l'électron;

2° Comme les bandes ont sensiblement la même position dans les trois spectres, les trois constantes des forces quasi-élastiques sont proportionnelles aux trois masses principales.

Chacun des phénomènes résumés dans la présente Note donnera lieu à une étude approfondie sur les nombreux clichés obtenus à Leyde.

PHYSIQUE. — *Recherche de faibles quantités d'hélium dans les minéraux.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

Les méthodes généralement employées pour extraire les gaz de l'atmosphère ne sont pas applicables lorsqu'il s'agit de retrouver ces gaz dans des minerais qui ne contiennent que de très faibles quantités de gaz occlus ou combinés.

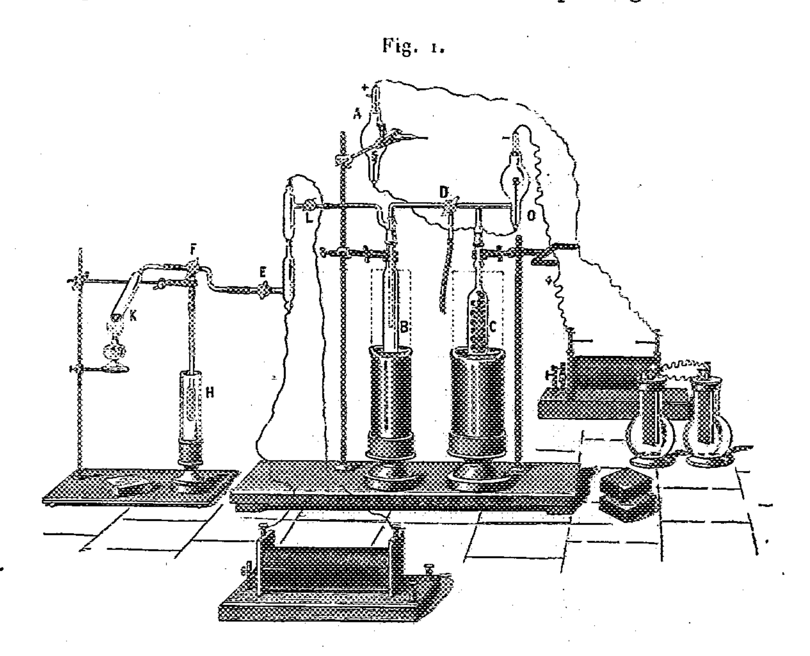
Il est nécessaire d'avoir une méthode qui vous permette de recueillir ces

traces de gaz à l'abri de toutes causes d'erreur et éviter les transvasements; il faut pouvoir enfin déterminer facilement les caractères spectroscopiques des gaz à étudier.

J'ai été conduit à imaginer une technique spéciale afin de vérifier si les corindons naturels ne dégageaient pas de l'oxygène par exemple, sous l'influence de la chaleur, soit avant ou après avoir été soumis à l'action du bromure de radium.

J'ai à cet effet employé l'appareil que nous avons décrit, M. d'Arsonval et moi ([1]), pour faire le vide à l'aide de l'air liquide; j'y ai ajouté, comme le montre la figure, un tube de Plücker réuni d'une part, grâce à un robinet L,

Fig. 1.



à l'appareil principal, et, d'autre part, un robinet E met ce tube de Plücker en communication avec un petit matras à charbon H et un tube de quartz R.

Le matras communique avec le tube de Plücker et le tube de quartz par un robinet à trois voies F. Toutes les réunions des tubes sont faites à l'aide de caoutchouc.

Le corps à étudier est placé dans le tube de quartz; tous les robinets étant ouverts, on fait le vide en utilisant seulement le charbon refroidi contenu dans le récipient C. La vapeur est totalement condensée dans le tube B.

Lorsqu'on a dépassé le vide de Crookes, ce qui s'obtient en quelques minutes, on

([1]) D'ARSONVAL et F. BORDAS, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1058.

ferme le robinet L et l'on plonge le petit matras H dans de l'air liquide; on fait alors passer le courant dans le tube de Plücker pour purger les électrodes en platine.

Dans ces expériences j'avais pris la précaution de plonger le tube de quartz successivement dans de la glace fondante, puis dans de l'eau à 100° et enfin dans un bain d'alliage maintenu à 300°. Il pouvait être intéressant de constater des dégagements gazeux à ces différentes températures.

En isolant le matras H à l'aide du robinet à trois voies F on commence par faire passer les gaz dégagés dans le tube de Plücker, puis on examine au spectroscope. On obtient généralement des mélanges gazeux qu'on sépare par une sorte de fractionnement en les faisant absorber par le matras à charbon H.

J'ai observé que, d'une façon générale, les gaz tels que oxygène, azote, hydrogène, ne sont pas absorbés avec la même rapidité; on peut, avec un peu d'habitude, suivre cette absorption, soit en diminuant la surface de contact du charbon avec l'air liquide, soit en isolant le tube de Plücker.

L'hélium, comme l'a montré Dewar, est le moins absorbable des gaz ci-dessus mentionnés; il demeure le dernier dans le tube de Plücker.

On peut ainsi caractériser l'hélium dans des quantités infinitésimales d'un mélange gazeux complexe.

En résumé, en manœuvrant le robinet à trois voies F on puise à chaque fois une certaine quantité de gaz dans le tube de quartz. Ce mélange gazeux est examiné au spectroscope, puis absorbé par le charbon. On renouvelle l'opération jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de gaz dégagé par la matière en expérience.

C'est ainsi que j'ai constaté que le corindon blanc naturel ne dégageait aucun gaz; il en a été de même pour les corindons ayant été soumis au bombardement du bromure de radium. Enfin, un corindon jaune, fortement coloré, chauffé dans le vide jusqu'à décoloration complète, ne donne pas trace de gaz; ce corindon décoloré, maintenu dans le vide absolu, s'est coloré plus rapidement qu'à la pression ordinaire sous l'influence du bromure de radium.

En employant la technique que je viens de décrire il m'a été possible de caractériser l'hélium dans des quantités excessivement faibles de matière. J'ai reconnu la présence de ce gaz dans la naégéite du Japon, par exemple, en opérant sur 2^{cg} de produit, et dans différents zircons de faible volume.

PHYSIQUE. — *Photographie des vibrations de la voix.* Note de M. MARAGE, présentée par M. d'Arsonval.

On sait combien il est difficile d'inscrire d'une façon exacte les vibrations

de la voix : les appareils employés sont des instruments de laboratoire peu commodes à régler, et la plupart d'entre eux suppriment des vibrations et en introduisent de nouvelles. J'ai d'ailleurs étudié ces questions dans une série de Notes présentées ici même par M. Marey de 1896 à 1901.

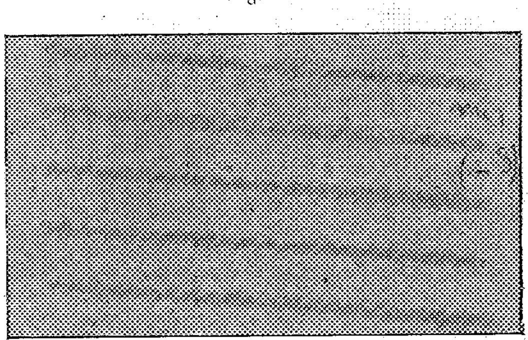
J'ai cherché à remédier à ces inconvénients en faisant construire un appareil qui permet de photographier, de développer et de fixer immédiatement les vibrations qu'une membrane mince en caoutchouc transmet à un petit miroir plan qui suit tous ses mouvements; la source lumineuse est celle dont on se sert dans le télégraphe extra-rapide présenté en novembre 1906 à la Société de Physique.

Ce dispositif permet d'économiser le papier en écrivant perpendiculairement à l'axe du papier photographique comme si l'on se servait d'écriture ordinaire.

Le papier est entraîné d'un mouvement continu par deux laminoirs parallèles et, après avoir été impressionné, il passe successivement dans deux bains de développement, puis dans un bain de fixage, où il peut séjourner plus ou moins longtemps.

Tout le système est entraîné au moyen d'un petit moteur électrique à régulateur pour que le mouvement soit bien uniforme. Les tracés que l'appareil inscrit sont exacts, et

Fig. 1.



Voyelle A chantée sur la note mi_1
(à 3 vibrations près).

à n'importe quel moment, quand on emploie les mêmes sources sonores, on retrouve les mêmes courbes.

Expérience. — On commence par déterminer la vitesse d'entraînement en inscrivant les vibrations d'un diapason à anche : chaque ligne dure à volonté $\frac{1}{n}$ de seconde, n étant égal à 2, 3, 4, 5.

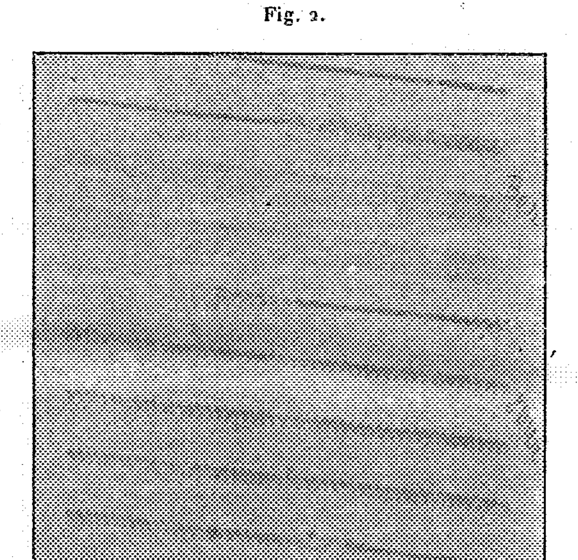
Résultats. — 1° Si chaque ligne dure une demi-seconde et si l'on emploie

l'embouchure en carton dont on se sert pour impressionner les phonographes, on obtient des tracés qui rappellent tout à fait ceux des phonogrammes.

Il faut donc aller plus vite pour dissocier les vibrations et, de plus, remplacer l'embouchure qui vibre pour son propre compte par un rebord tronconique dont les parois ne vibrent pas et qui empêchent les vibrations de glisser à la surface de la membrane.

En comparant les tracés, on comprend le rôle de l'embouchure dans les

Fig. 2.



Le mot *Bonjour*, parlé par un Français.
(Chaque ligne dure $\frac{1}{4}$ de seconde).

phonographes; elle a l'inconvénient de transformer le son, mais elle a l'avantage de donner des tracés qui pénètrent bien plus profondément dans le cylindre de cire; l'appareil parle fort, mais il parle avec moins de pureté que si l'on employait un dispositif différent.

On peut construire des embouchures qui ne transforment pas les vibrations, tout en leur conservant leur intensité.

2° On obtient pour les voyelles I, U, OU des tracés à une période, É, EU, O des tracés à deux périodes, A des tracés à trois périodes; ce sont ceux que j'ai communiqués à l'Académie en me servant d'appareils différents, ils

correspondent à ceux qu'a trouvés M. Blondel avec les oscillographes; dans le corps d'un mot on retrouve facilement les tracés de ces voyelles.

3° Un professeur de diction reconnaîtra de suite :

a. La durée de chaque voyelle;

b. La note sur laquelle elle est émise;

c. Les parties constitutives de chaque syllabe.

Pour les étrangers et les sourds-muets on aura ainsi un procédé permettant de leur faire voir leur défauts.

4° Un professeur de chant peut faire voir immédiatement à un élève qui vient de chanter une gamme sur A, par exemple :

a. S'il chante en mesure, car chaque note doit avoir la même durée et chaque repos, représenté par la ligne droite, la même longueur;

b. S'il chante juste; il suffit de compter le nombre de vibrations par ligne et de multiplier par n si chaque ligne dure $\frac{1}{n}$ de seconde;

c. Si sa voix est bonne, car les vibrations doivent avoir une amplitude constante, être régulières sans tracés en fuseaux qui indiquent que la voix est tremblée;

d. S'il a une capacité vitale insuffisante, car si le chanteur est obligé de respirer trop souvent on retrouve des moments de repos trop longs et trop fréquents;

e. S'il a de la diction; en effet, si la diction est mauvaise, on n'a aucun groupement;

f. Si la diction est bonne; chaque voyelle doit avoir son groupement caractéristique et les consonnes doivent être marquées à la place qu'elles doivent occuper;

g. Quel est le registre de la voix; on le reconnaît en cherchant la note la plus grave et la plus aiguë qu'il puisse donner;

h. S'il y a des trous dans la voix; alors les notes correspondantes sont ou trop courtes, ou tremblées, ou sans diction, ou même nulles.

Résumé. — Cet appareil, qui, une fois réglé, peut dérouler, impressionner, développer et fixer 25^{m} de papier sans qu'on ait aucune manipulation à faire, peut rendre des services à des professeurs de chant et de diction en leur permettant, non plus de faire entendre, mais de faire voir à leurs élèves les qualités et les défauts de leur voix et de constater leurs progrès.

De plus, les philologues ont, avec cet appareil, une méthode qui leur permet d'inscrire facilement des tracés de la voix parlée ou chantée en différentes langues.

PHYSIQUE. — *Sur quelques exemples de raies présentant le phénomène de Zeeman anormal dans le sens des lignes de force magnétiques.* Note de M. **A. Dufour**, présentée par M. J. Violle.

Dans deux Notes précédentes (1) j'ai indiqué les faits nouveaux suivants relatifs aux *spectres d'émission des vapeurs* : 1° certains *composés* produisent des spectres de *bandes* d'émission dont les arêtes sont groupées régulièrement suivant des lois simples (Deslandres, Fabry), et qui sont sensibles au champ magnétique; 2° le phénomène de Zeeman longitudinal présente parfois le sens anormal, ce qui, comme je l'avais fait remarquer, n'avait été observé jusqu'ici, par M. Jean Becquerel, que dans l'étude des spectres d'absorption de différents sels de métaux rares cristallisés ou dissous. Je poursuis l'étude systématique de ces modifications pour divers composés, parmi lesquels ceux que j'ai déjà cités (1); j'en indiquerai ultérieurement les résultats.

Relativement aux *raies d'émission* des gaz et des vapeurs des éléments, on ne connaît que des exemples correspondant aux deux cas suivants: insensibilité des raies à l'action du champ magnétique ou phénomène de Zeeman longitudinal habituel. Cependant M. Wood a signalé récemment (2), dans le spectre cannelé d'absorption de la vapeur de sodium, l'existence de raies au voisinage desquelles le pouvoir rotatoire magnétique de la vapeur est négatif; il remarque pourtant que ce pouvoir rotatoire paraît confiné d'un seul côté de la raie d'absorption, contrairement à ce qui se passe pour les raies D, et, en tout cas, il n'a pas constaté directement sur ces raies le phénomène de Zeeman anormal.

C'est ce changement que j'ai pu constater directement sur quelques *raies* du second spectre de l'hydrogène, spectre que j'avais étudié dans un travail antérieur (3).

A cet effet, un tube de Geissler à hydrogène est placé entre les pièces polaires percées d'un électro-aimant, de manière à utiliser la lumière émise dans la direction des lignes de force. Le reste de l'appareil optique est identique à celui que j'ai déjà décrit (1). Le champ avait une valeur de 11700 unités. On a photographié la région

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 118 et 229.
(2) *Philos. Magaz.*, t. XV, février 1908, p. 274.
(3) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 8e série, t. IX, 1907, p. 361. J'avais été conduit dans ce travail à attribuer ce spectre à la molécule non dissociée.

du spectre de quatrième ordre du réseau, comprise entre $\lambda = 4340$ et $\lambda = 4770$. Dans le jaune et le vert, on s'est contenté de l'observation directe du spectre avec un oculaire.

Lès résultats des mesures faites sur les clichés sont les suivants :

1° Un grand nombre de raies sont insensibles à l'action du champ magnétique. Exemples :

λ..........	4456,6	4505,7	4568,1	4579,9	4662,8	4683,8

2° De nombreuses raies présentent le phénomène de Zeeman habituel, quand la lumière se propage dans la direction des lignes de force. En voici quelques-unes; j'indique en même temps la valeur approximative, en unités d'Angström, de l'écart des composantes pour un champ de 10000 unités :

λ.......	4412,3	4458,8	4461,0	4490,4	4498,1	4634,0	4723,0
Écart...	0,11	0,02	0,16	0,05	0,20	0,13	0,10

3° Enfin, et c'est là ce qui est important, quelques raies de ce second spectre de l'hydrogène donnent, suivant les lignes de force, le phénomène de Zeeman *anormal*. J'en signale quelques-unes, ainsi que la valeur approximative du doublet pour un champ de 10000 gauss :

λ........	4523,3	4558,3	4653,0	4667,1	4673,1	4692,1
Écart....	0,06	0,09	0,12	0,09	0,11	0,14

La comparaison des actions du champ magnétique se fait avec certitude, car on obtient sur le même cliché, en même temps, les raies des trois groupes précédents.

Je signale aussi la raie $\lambda = 5778$ qui présente le phénomène anormal, mais que je n'ai pas photographiée.

En résumé, le second spectre de l'hydrogène, dont la structure n'est pas encore dégagée, est formé de raies qui nous donnent les trois types d'effet Zeeman longitudinal observés dans les bandes obéissant à des lois simples : pas d'action du champ sur la raie, phénomène de Zeeman ordinaire ou enfin phénomène de Zeeman anormal.

Les phénomènes précédents obtenus dans l'étude des spectres des *gaz* et des *vapeurs*, à cause des conditions simples dans lesquelles ils ont été produits, contribueront peut-être à introduire la considération des électrons positifs dans les théories électroniques de la lumière, ou au moins à modifier celles-ci.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur le dithymol.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note présentée à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 292) par M. Hérissey et par moi, nous avons indiqué un procédé simple et commode pour la préparation du dithymol, et nous avons décrit les produits obtenus dans l'action du brome sur ce phénol. J'ai continué ces recherches et je décrirai aujourd'hui les dérivés obtenus dans l'action du chlore.

Quand on traite le dithymol $C^{20}H^{26}O^2$, en suspension dans le chloroforme, par un courant de chlore, il y a tout d'abord formation d'un dichlorodithymol $C^{20}H^{24}Cl^2O^2$; puis l'halogène, agissant comme oxydant, enlève 2^{at} d'hydrogène au dérivé chloré en formant un corps de formule $C^{20}H^{22}Cl^2O^2$ qui est une dichlorodithymoquinone; enfin, si l'action du chlore est continuée, le dérivé précédent fixe 2^{at} de chlore avec formation d'un composé de formule $C^{20}H^{22}Cl^4O^2$, dont nous verrons plus loin la constitution.

1° *Dichlorodithymol.* — $3^g,16$ de dithymol, soit 10 pour 100 du poids moléculaire de l'hydrate $C^{20}H^{26}O^2 + H^2O$, sont mis en suspension dans 30^{cm^3} de chloroforme, puis traités par une quantité de chlore légèrement supérieure à la quantité théorique; cela est facile en préparant le chlore par l'action de l'acide chlorhydrique sur le permanganate de potassium et en partant d'un poids de permanganate déterminé; on arrête le courant de chlore quand tout le dithymol est dissous et que la liqueur commence à se colorer en rouge; la solution chloroformique est alors additionnée d'une petite quantité de poudre de zinc et de solution alcoolique d'acide sulfureux, ce qui réduit la faible proportion de quinone formée, puis le chloroforme est évaporé et le résidu est purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool dilué et chaud. Ce dérivé chloré se présente en cristaux prismatiques, brillants, de couleur blanc faiblement jaunâtre; il est insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis, dans l'alcool, dans l'éther, le chloroforme et la benzine; son point de fusion est 152°-153° (corr.). Il résulte des analyses que ce corps est un dithymol dichloré ayant pour formule $C^{20}H^{24}Cl^2O^2$.

2° *Dichlorodithymoquinone.* — Ce corps se forme dans l'action du chlore sur le dérivé précédent; mais, dans ces conditions, la préparation est difficile, car il y a bientôt formation d'un dérivé plus chloré dont la séparation d'avec la quinone est difficile. C'est pourquoi, au lieu d'employer le chlore comme oxydant, j'ai utilisé le brome ajouté dans la proportion de 2^{at} pour une molécule de dichlorodithymol. A $3^g,67$ du corps précédent mis en solution dans 20^{cm^3} de chloroforme, j'ajoute goutte à goutte $1^g,60$ de brome dilué dans du chloroforme; la liqueur prend une coloration rouge foncé et l'addition d'alcool donne lieu à la formation d'un précipité cristallin, rouge foncé, qui est recueilli et purifié par cristallisation dans la benzine à chaud.

Le corps obtenu se présente sous forme d'aiguilles prismatiques, groupées en étoiles, d'une belle couleur rouge grenat foncé; il est insoluble dans l'eau et dans les alcalis, presque insoluble dans l'alcool et l'éther, peu soluble dans le chloroforme, plus soluble dans la benzine surtout à chaud. Il fond en se décomposant vers 130°-132° (corr.). Ce dérivé est complètement exempt de brome et les analyses mènent à la formule $C^{20}H^{22}Cl^2O^2$; il possède toutes les propriétés d'une quinone correspondant au dichlorodithymol; en effet, il est insoluble dans la soude; il possède une couleur rouge appartenant à un grand nombre de quinones aromatiques; il bleuit énergiquement la teinture de gaïac; enfin, sous l'action des réducteurs, il redonne le dythimol dichloré.

3° *Dichlorure de dichlorodithymoquinone.* — Le troisième dérivé chloré est obtenu dans l'action prolongée du chlore sur le dithymol en suspension dans le chloroforme; la solution chloroformique, après avoir pris une teinte rouge, devient jaune; à ce moment on évapore le chloroforme, le résidu est maintenu quelque temps en contact avec de l'alcool à 95° à froid, puis la partie insoluble est purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool absolu à chaud. Ce dérivé chloré se présente en petits cristaux prismatiques, d'une belle couleur jaune soufré. Il est complètement insoluble dans l'eau et dans les alcalis, peu soluble dans l'alcool absolu à froid, plus soluble à chaud, très soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme. Le point de fusion, assez difficile à déterminer exactement, car le produit est décomposé partiellement à la température de fusion, est 176°-178° (corr.). Il résulte des analyses que ce corps a pour formule $C^{20}H^{22}Cl^4O^2$, soit la composition du tétrachlorodithymol; cependant ce corps ne peut être envisagé comme étant le dithymol tétrachloré; il résulte de l'ensemble de ses propriétés que ce dérivé doit être considéré comme provenant de la fixation de 2^{at} de chlore sur la dichlorodithymoquinone, et cela pour les raisons suivantes :

1° Il est insoluble dans la soude : le tétrachlorodithymol au contraire, ayant conservé ses deux oxhydryles phénoliques, serait soluble. 2° Quand on traite par les réducteurs (SO^2 en solution alcoolique et poudre de zinc) la solution du dérivé chloré dans l'alcool, celle-ci, d'abord jaune d'or, se colore en rouge puis bientôt elle est complètement décolorée : de cette liqueur il est facile d'isoler un dérivé possédant toutes les propriétés du dithymol dichloré.

Pour ces différentes raisons je considère le dérivé $C^{20}H^{22}Cl^4O^2$ comme résultant de la fixation de 2Cl sur la quinone $C^{20}H^{22}Cl^2O^2$ et je le désignerai sous le nom de *dichlorure de dichlorodithymoquinone.*

En résumé, l'action du chlore sur le dithymol m'a donné un dichlorodithymol, une dichlorodithymoquinone et un dichlorure de dichlorodithymoquinone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la phénylisoxazolone.* Note de MM. A. WAHL et ANDRÉ MEYER, présentée par M. A. Haller.

Les travaux de Schiff et ses élèves ont montré (¹) que l'action simultanée du chlorhydrate d'hydroxylamine et d'une aldéhyde sur l'éther acétylacétique en présence d'aniline conduit à des combinaisons solides, qui résultent de la condensation de l'aldéhyde avec la méthylisoxazolone formée dans la réaction.

Nous avons remarqué que le dérivé phénylé de l'isoxazolone est susceptible de subir des condensations analogues; celles-ci s'effectuent plus facilement, la phénylisoxazolone se préparant avec un excellent rendement, à l'état pur et cristallisé. La réaction des aldéhydes aromatiques avec la phénylisoxazolone se fait de préférence en milieu alcoolique avec ou sans agent de condensation. Elle est lente à froid par suite de la faible solubilité de la phénylisoxazolone dans l'alcool, mais elle devient rapide même à la température ordinaire en présence d'une faible quantité de pipéridine. Dans la plupart des cas, il suffit de chauffer à l'ébullition la solution alcoolique des corps réagissants sans addition d'agent de condensation; le produit formé se précipite presque quantitativement.

La réaction peut s'exprimer par le schéma

$$\begin{array}{c} C^6H^5-C\text{———}CH^2 \\ \Vert \qquad\quad | \\ N \quad\ \ CO \\ \diagdown\ \diagup \\ O \end{array} + CHO-R = \begin{array}{c} C^6H^5-C\text{———}C \\ \Vert \qquad\quad | \\ N \quad\ \ CO \\ \diagdown\ \diagup \\ O \end{array}\!\!=CH-R + H^2O.$$

La *benzylidène-phénylisoxazolone* $(C^9H^5NO^2)=CH.C^6H^5$ constitue des paillettes brillantes, jaune clair, fondant à 191° en se décomposant, peu solubles dans l'alcool et les dissolvants organiques. La *cinnamylidène-phénylisoxazolone* cristallise dans l'acide acétique en feuillets orangés fondant à 160° en se décomposant. La *furylidène-phénylisoxazolone* forme des tablettes brunes fondant à 132°-133° en se décomposant.

Tandis que la phénylisoxazolone est incolore, tous les composés précédents sont nettement colorés; nous avons pensé qu'il serait peut-être possible d'obtenir de véri-

---

(¹) SCHIFF, *D. chem. G.*, t. XXVIII, p. 2733. — SCHIFF et VICIANI, *D. chem. G.*, t. XXX, p. 1159. — SCHIFF et BETTI, *D. chem. G.*, t. XXX, p. 1337.

tables matières colorantes en introduisant des groupes auxochromes dans la molécule chromogène de la benzylidène-phénylisoxazolone. Dans ce but, nous avons remplacé la benzaldéhyde par ses produits de substitution.

La *paradiméthylamidobenzylidène-phénylisoxazolone*

$$(C^9H^5O^2N) = CH.C^6H^4N(CH^3)^2$$

constitue des paillettes brillantes rouge brique, fondant à 184°, solubles avec une coloration orangée dans l'acide acétique. Ce produit ne possède qu'une faible affinité pour la laine ou le coton, mordancés au tanin. Les dérivés hydroxylés ont été préparés à l'aide des aldéhydes suivantes :

L'aldéhyde salicylique donne la *salicylidène-phénylisoxazolone*, cristallisée en aiguilles jaunes fondant à 187°; l'aldéhyde *p*-oxybenzoïque donne la *p-oxybenzylidène-phénylisoxazolone*, aiguilles jaunes fondant à 206°-207°; la vanilline donne la *4-oxy-3-méthoxybenzylidène-phénylisoxazolone*, aiguilles jaune d'or fondant à 213°; l'aldéhyde β-oxynaphtoïque donne la *β-oxynaphtylidène-phénylisoxazolone*, fondant à 223°.

Ces corps sont solubles dans les alcalis avec une coloration orangée plus ou moins rougeâtre; il n'a pas été possible de les examiner au point de vue tinctorial, car, à chaud, les solutions sont décolorées par suite de l'hydrolyse. Les *anisylidène-* et *pipéronylidène-phénylisoxazolones* fondent respectivement à 164° et 208°-209°; elles sont insolubles dans les alcalis.

Cette facile condensation de la phénylisoxazolone avec les aldéhydes aromatiques semble indiquer qu'elle possède un groupement méthylénique dans sa molécule. M. Sachs a montré dans une série de mémoires que les composés possédant un tel groupement sont susceptibles de se condenser avec la nitrosodiméthylaniline. La phénylisoxazolone fournit dans ces conditions la diméthylamidophénylimine de la phénylisoxazoldione :

```
C⁶H⁵ — C ——— C = N.C⁶H⁴.N(CH³)²
       ‖     |
       N     CO
        \   /
          O
```

Ce composé fond à 184° en se décomposant et constitue des aiguilles violet noir solubles en violet dans l'acide acétique; elles teignent faiblement la soie en violet.

Dans une Communication récente, MM. Moureu et Lazennec [1], en s'appuyant sur la formation de la phénylisoxazolone dans l'action de l'hydroxyl-

[1] MOUREU et LAZENNEC, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1281.

amine sur l'éther éthoxycinnamique et sur l'amide phénylpropiolique, ont proposé pour elle une formule de constitution (II) différente :

$$\underbrace{\begin{array}{c} C^6H^5-C\!=\!\!=\!\!CH^2 \\ N \quad\quad CO \\ O \end{array}}_{(I)} \rightarrow \underbrace{\begin{array}{c} C^6H^5-C\!=\!\!=\!\!CH \\ HN \quad\quad CO \\ O \end{array}}_{(II)}$$

Les réactions précédentes montrent que, si la phénylisoxazolone possède, dans certaines conditions, la formule de constitution (II) (Moureu et Lazennec), elle peut également réagir sous la forme méthylénique (I) tautomère. D'ailleurs M. Rabe (¹) a obtenu dans l'action du chlorure de benzoyle sur la phénylisoxazolone deux dérivés benzoylés se rattachant, l'un à la forme énolique de la formule (I) et l'autre à la forme iminée (II).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de l'action du chlorure d'aluminium et du gaz chlorhydrique sur le benzène; méthylphénylcyclopentane.* Note de M. G. **Gustavson**, présentée par M. A. Haller.

Si l'on sature le benzène additionné de chlorure d'aluminium finement pulvérisé avec du gaz chlorhydrique et si l'on agite le mélange, on observe qu'il se forme peu à peu une couche liquide brun foncé non miscible au benzène surnageant. L'action est très lente et dure plusieurs semaines. On peut l'accélérer et obtenir en quelques heures beaucoup de produit en chauffant le mélange au bain-marie dans des flacons hermétiquement fermés, la réaction s'accomplissant sans dégagement de gaz. Si l'on décompose la couche liquide brun foncé avec de l'eau, on obtient du benzène, des hydrocarbures bouillants jusqu'à 360° et un résidu résineux, comme je l'avais déjà observé lors de mes premiers essais sur ce sujet (²). Ayant repris l'étude des hydrocarbures contenus dans la couche liquide, j'ai réussi à en isoler du méthylphénylcyclopentane. Pour obtenir ce carbure à l'état de pureté, on traite la partie bouillant à 230°-240° par l'acide sulfurique fumant et l'on sature le produit par le carbonate de baryte. Le sel

---

(¹) Rabe, *Ber. chem. Ges.*, t. XXX, p. 1614.

(²) *Journal de la Soc. chim. russe,* 1878, p. 390.

barytique obtenu cristallise en paillettes brillantes très peu solubles dans l'eau froide.

En chauffant l'acide sulfonique, préparé en partant du sel barytique pur, avec de l'acide chlorhydrique en tubes scellés à 180°-200°, on obtient le carbure liquide à odeur de diphényl, bouillant à 230°-232°, qui reste liquide à −15°.

0g,1055 de substance ont donné 0,3473 CO^2 et 0,0926 H^2O, soit en centièmes 89,78 pour 100 de C et 9,75 pour 100 d'H. La formule $C^{12}H^{16}$ exige 89,93 pour 100 de C et 10,07 pour 100 de H. Le sel barytique m'a donné 2,91 pour 100 d'eau de cristallisation et 22,25, 22,4 et 22,3 pour 100 de baryum dans le sel anhydre. La formule $(C^{12}H^{15}SO^3)^2Ba + H^2O$ exige 2,84 pour 100 d'eau et 23,31 pour 100 de baryum dans le sel privé de l'eau de cristallisation. Densité du carbure à $\frac{16°}{4°} = 0,937$. Le poids moléculaire déterminé par la méthode de M. Raoult, en employant le phénol comme dissolvant, a été trouvé 165; la formule $C^{12}H^{16}$ exige 160. La réfraction moléculaire trouvée $= 51,97\left(n\frac{16°}{4°} = 1,5210\right)$; la formule $C^{12}H^{16^3}$ exige 51,74. Les chiffres ci-dessus s'accordent très bien avec ceux obtenus par MM. Borsche et Menz (1) pour le 1-méthyl-3-phénylcyclopentane, $C^6H^5.CH\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2\\CH^2\end{matrix}\right\rangle CH.CH^3$, récemment obtenu par ces savants par voie synthétique (1).

Le *méthylphénylcyclopentane* n'est pas attaqué immédiatement par la solution étendue de permanganate de potasse et se colore par la première goutte de brome qu'on y ajoute. Oxydé par le permanganate de potasse à 100°, ou par le mélange chromique, le carbone se transforme en acide benzoïque, en donnant en même temps des traces d'acide acétique.

Si l'on épuise la couche brun foncé par l'éther de pétrole, on isole aisément le ferment chloraluminique qui reste comme liquide très épais insoluble dans l'éther de pétrole, et qu'on peut combiner de nouveau avec du benzène et des carbures aromatiques. Le ferment joue le même rôle que les autres ferments analogues isolés par moi des produits de la plupart des réactions de MM. Friedel et Crafts. En saturant le composé benzénique du ferment avec du gaz chlorhydrique, on trouve que le benzène ajouté se transforme peu à peu en méthylphénylcyclopentane et des carbures cycliques plus phénylés. J'ai ainsi isolé du *diphénylcyclohexane,* fusible à 170°, obtenu pour la première fois par M. Kursanoff (2), mais je n'ai pas réussi jusqu'à présent à isoler du triphénylcyclohexane qui doit probablement présenter le terme ultime de la réac-

(1) *Berichte d. d. chem. Ges.,* 1908, p. 190.
(2) *Journal de la Soc. chim. russe,* 1901, p. 690.

tion étudiée [$C^6H^6 \rightarrow C^6H^6HCl \rightarrow C^6H^7C^6H^5 \rightarrow C^6H^7(2HCl)C^6H^5 \rightarrow C^6H^9(C^6H^5)^3$]. C'est par la transformation du cyclohexane en méthylcyclopentane, si souvent observée, et par les transpositions des radicaux qu'on peut expliquer les résultats de la réaction que j'ai exposée plus haut. Le méthylphénylcyclopentane une fois formé, c'est aussi par la transposition des radicaux qu'on peut expliquer la formation du toluène observée par MM. Friedel et Crafts pendant l'action du chlorure d'aluminium sur le benzène à 180°-200°; la formation d'éthylbenzène, observée par ces savants dans le même cas, implique de même la présence d'éthylphénylcyclobutane parmi les produits de l'action du chlorure d'aluminium sur le benzène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du thiophène.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Haller.

Le magnésium se dissout très facilement dans le thiophène iodé $C^4H^3SI(\alpha)$ en présence d'éther anhydre. L'organo-magnésien formé se comporte, dans la plupart des réactions, à la façon de l'iodure de phénylmagnésium.

Dans cette Note, je décrirai brièvement l'action de l'iodure de thiénylmagnésium sur les cétones grasses ou aromatiques.

Action sur les cétones grasses. — Les cétones grasses réagissent normalement sur le composé

```
CH ══ CH
 ‖     ‖
CH    C — MgI
  \  /
   S
```

avec formation d'alcools tertiaires. Ces alcools tertiaires sont difficiles à séparer à l'état de pureté, car, plus facilement encore que les carbinols correspondants à noyaux benzéniques, ils tendent à se déshydrater avec formation de carbures éthyléniques. Cette déshydratation se produit, plus ou moins complète, par distillation des alcools, même sous pression réduite; avec certains d'entre eux, la déshydratation s'effectue déjà à température ordinaire. Le mélange de carbure et d'alcool est pénible à rectifier lorsqu'on opère, comme j'ai dû le faire, par suite du prix élevé du thiophène, sur de faibles quantités de matière. Pendant la rectification des produits bruts, en effet, les carbures éprouvent une polymérisation très accentuée.

Les carbures se présentent sous forme de liquides plus ou moins huileux, incolores, à odeur particulière, ne se congelant pas même dans un mélange de neige carbonique et d'acétone à — 60°. Abandonnés un certain temps à

eux-mêmes, ils foncent graduellement de couleur, leur viscosité augmente et certains termes de la série finissent par se prendre en une masse solide noirâtre.

Carbures et alcools ont des points d'ébullition souvent très voisins, ce qui pratiquement complique encore leur séparation.

Mes expériences ont porté sur les cétones suivantes :

$$CH^3COCH^3, \quad CH^3CH^2COCH^3, \quad C^5H^{11}COCH^3 \quad \text{et} \quad (CH^3CH^2CH^2)^2CO.$$

Les deux premières cétones fournissent un mélange de carbure et d'alcool; la méthylamylcétone donne surtout le carbure éthylénique; par contre, la butyrone conduit presque exclusivement à l'alcool tertiaire. Comme le carbinol formé à partir de l'iodure de thiénylmagnésium et de l'acétophénone (voir ci-dessous) paraît se déshydrater avec une extrême facilité, comme, d'autre part, le diphénylthiénylcarbinol (voir plus loin) offre une stabilité remarquable, il me paraît logique d'admettre, provisoirement tout au moins, que la déshydratation des carbinols se produit d'après la réaction

$$\begin{array}{c} R-C(OH) \\ \diagup \quad \diagdown \\ T \qquad CH^3 \end{array} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{c} R-C \\ \diagup \quad \diagdown\!\!\diagdown \\ T \qquad CH^2 \end{array},$$

R = radical gras ou aromatique. T = radical thiényl.

Par fixation de brome, les carbures donnent naissance à des produits huileux que je n'ai pu amener à cristallisation.

Action sur les cétones aromatiques et les cétones mixtes. — L'acétophénone réagit normalement avec l'iodure de thiénylmagnésium : on obtient l'alcool tertiaire qui, peu stable, paraît se transformer, même à température ordinaire, en carbure éthylénique. La benzophénone conduit de même au diphénylthiénylcarbinol, ne présentant aucune tendance à la déshydratation et possédant, par contre, une très grande stabilité. La réaction se produit encore très régulièrement avec les dérivés de la benzophénone : la cétone de Michler donne une matière colorante verte présentant toutes les propriétés du vert de thiophène

$$[C^6H^4-Az(CH^3)^2]^2 = C(OH).C^4H^3S.$$

$(CH^3)^2C(OH)C^4H^3S$. — La préparation de l'organo-magnésien doit être faite en présence d'un léger excès de magnésium, car la séparation des traces de thiophène iodé qui n'est pas entré en réaction est toujours extrêmement pénible. En partant de 50g de

thiophène iodé, on obtient de 22g à 23g de produit brut. La majeure partie passe entre 103°-104° sous 25mm et se solidifie par refroidissement; une petite quantité distille à température légèrement inférieure à 98°-99° sous la même pression. Ces premières portions sont formées principalement de carbure éthylénique.

A l'état de pureté, l'alcool se présente en aiguilles solubles dans les solvants usuels et fusibles à 33°. Par abandon à température ordinaire, les cristaux se liquéfient et donnent un produit visqueux à odeur piquante.

$(CH^3)-\underset{\underset{CH^2}{\|}}{C}-C^4H^3S$. — Isolé en petite quantité sous forme d'un liquide incolore à odeur agréable, bouillant à 166°-167° sous $H=727^{mm}$, il se polymérise très facilement avec le temps; son odeur devient piquante et il finit par se transformer en une masse solide noirâtre.

$(C^2H^5)(CH^3)C(OH).C^4H^3S$ et $(C^2H^5)C(=CH^2)(C^4H^3S)$. — Ces composés se forment comme les précédents, mais je n'ai pu arriver à les obtenir à l'état de pureté, par suite du peu de matière sur laquelle j'opérais.

Le produit brut obtenu bout vers 106° sous $H=39^{mm}$-40^{mm} et à 114°-116° sous $H=59^{mm}$.

$(CH^2)=C(C^5H^{11})(C^4H^3S)$. — C'est le produit principal de la réaction. Par distillation du produit brut, sous pression réduite, on recueille entre 165°-168° ($H=62^{mm}$) un liquide quelque peu huileux, à odeur écœurante et donnant à l'analyse : $C=72,8$, $H=9,2$ (calculé pour le carbure : $C=73,33$ et $H=8,88$).

$(C^3H^7)C(OH)(C^3H^7)(C^4H^3S)$. — Obtenu sous forme d'un liquide non cristallisable à odeur assez agréable et bouillant à 160°-163° sous $H=45^{mm}$-46^{mm} (trouvé : $C=66,42$; $H=9,43$; calculé : $C=66,66$; $H=9,49$). Par distillation à pression ordinaire, il se dédouble partiellement en eau et carbure.

$(CH^3)C(OH)(C^6H^5)(C^4H^3S)$. — Aiguilles solubles dans les solvants organiques usuels, fusibles à 50°. Abandonnées à elles-mêmes, ces aiguilles se liquéfient en partie, avec production très probable de carbure éthylénique.

$(C^6H^5)^2C(OH)(C^4H^3S)$. — Ce corps, en cristaux bien formés, d'apparence hexagonale, fond à 125°. Il est peu soluble dans l'eau, mais se dissout beaucoup mieux dans les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique. Les acides organiques, tels que l'acide acétique, le dissolvent également. Tandis que les dissolutions dans les solvants neutres sont incolores, les dissolutions dans les acides sont très fortement colorées en jaune. L'intensité de coloration est très grande.

Je rappellerai que le triphénylcarbinol, ainsi que l'a mentionné Frey (1) donne, lui aussi, avec l'acide sulfurique concentré des solutions jaunes à pouvoir colorant très intense; j'ai constaté que ce carbinol donne également des solutions jaunes avec l'acide azotique, tandis qu'avec l'acide chlorhydrique, même à chaud, on n'obtient pas de coloration.

Quelle est la cause de cette coloration? Est-elle le résultat de la forma-

(1) Frey, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXVIII, p. 2516.

tion d'une sorte de sel? C'est un point que je me propose d'élucider dans la suite, après avoir terminé l'étude des produits de la forme

$$RC(OH)(C^4H^3S)^2 \quad \text{et} \quad C(OH)(C^4H^3S)^3.$$

Les diverses tentatives de préparation du thiényl-ol $C^4H^3S(OH)$ par l'action de l'oxygène sur l'organo-magnésien ne m'ont conduit à aucun résultat. Par contre, les nitriles réagissent normalement sur l'iodure de thiénylmagnésium, avec formation de cétones.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de l'aldéhyde acétique dans les fermentations alcooliques.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. L. Maquenne.

L'aldéhyde acétique a déjà été signalée comme accompagnant certaines fermentations alcooliques. Linossier et Roux ont trouvé ce corps dans la fermentation du glucose sous l'influence du champignon du muguet; Roeser ([1]) l'a aussi constatée dans un grand nombre de fermentations provenant de l'ensemencement des moûts avec une variété de levure de raisins de divers cépages. Duclaux ([2]) a confirmé ces résultats dans la fermentation alcoolique provoquée par la levure de lactose; enfin M. Sauton et moi-même ([3]) avons montré que plusieurs levures pures de lactose, retirées du fromage, donnaient des proportions d'aldéhyde acétique variant de 35^{mg} à 80^{mg} par litre du liquide ensemencé.

Comme suite à mes précédentes Notes ([4]), j'ai étudié plus à fond les conditions de la formation de l'aldéhyde acétique qui semble se produire d'une manière générale dans toutes les fermentations alcooliques sous l'influence des levures. Je me suis tout d'abord demandé si l'aldéhyde est véritablement, comme on l'indique couramment, un produit normal de la fermentation alcoolique.

Étant donnée la facilité avec laquelle l'alcool peut donner quelques milligrammes d'aldéhyde par litre, sous certaines influences, on pouvait aussi supposer que sa provenance était due à la fois à l'oxydation de

---

([1]) *Annales Institut Pasteur,* 1893, p. 41.
([2]) *Traité de Microbiologie,* t. III, p. 431.
([3]) *Comptes rendus,* 29 avril 1907. — *Annales Institut Pasteur,* mars 1908.
([4]) *Comptes rendus,* 1er sem. 1903, p. 161; *Id.,* 31 décembre 1906.

l'alcool par l'oxygène de l'air et à la dislocation de la molécule sucrée, comme l'avançaient Schützenberger et Destrem, au même titre que l'acide succinique et la glycérine de la fermentation.

La question n'a pas été, en effet, résolue d'une manière définitive, et si l'on s'en tenait aux résultats de Roeser, on serait tenté de supposer que l'aldéhyde acétique pourrait se former, même à l'abri de l'air, au cours des fermentations. Cet auteur a, en effet, annoncé que, dans les cultures anaérobies ensemencées avec des levures de vin, on trouvait de 15^{mg} à 80^{mg} d'aldéhyde par litre.

Contrairement à cette opinion, mes expériences démontrent que la production d'aldéhyde au cours des fermentations n'est qu'un phénomène concomittant, qui n'a lieu qu'en présence de l'oxygène de l'air; elle n'est pas liée à la fermentation elle-même.

Pour en faire la démonstration j'ai choisi comme exemple les levures de lactose et, spécialement parmi elles, des levures retirées du fromage qui, dans de précédents essais, avaient donné les meilleurs rendements en aldéhyde acétique.

Expériences. — Les expériences ont consisté à ensemencer largement des liquides nutritifs lactosés avec ces levures. Un premier lot de bouillons a été directement ensemencé dans des ballons de 500^{cm^3} de capacité et bouchés avec de la ouate stérilisée, permettant plus ou moins facilement l'accès de l'air. Une deuxième série d'essais a été effectuée, dans les mêmes conditions, dans des ballons munis de deux tubulures latérales, mais en ayant soin de faire l'ensemencement à l'abri de l'air, en présence d'acide carbonique ou d'un gaz neutre, comme l'hydrogène. Dans ce cas, pour opérer dans des conditions rigoureuses, à l'abri de toute trace d'air, les liquides nutritifs, placés dans leurs ballons respectifs, étaient d'abord lavés par un courant d'acide carbonique gazeux ou d'hydrogène, qu'on extrayait ensuite en portant le liquide à l'ébullition sous pression réduite. On recommençait trois fois l'opération, de manière à être sûr qu'il ne restât pas trace d'air, ni dans le liquide, ni dans l'espace vide du ballon ([1]).

Une des tubulures du ballon était ensuite scellée, tandis que l'autre était mise en communication avec une éprouvette remplie de mercure; on provoquait l'ensemencement des bouillons de culture au moyen d'un dispositif spécial qui faisait tomber dans celui-ci les levures qui se trouvaient d'abord suspendues dans une petite nacelle au sommet du ballon.

Tous les essais étaient abandonnés à la même température du laboratoire et, après quelques jours, on procédait à la recherche et au dosage de l'aldéhyde formée.

Pour éviter toute oxydation ultérieure de l'alcool formé au cours de la fermentation,

---

([1]) Sans cette précaution, on obtiendrait encore, à la fin de la fermentation, une légère coloration avec le bisulfite de rosaniline.

les plus grandes précautions ont été prises. La distillation du liquide alcoolique a été effectuée dans tous les essais en l'absence d'air, en se conformant aux indications que j'ai données pour supprimer l'oxydation de l'alcool.

Après avoir bien constaté dans tous les essais la formation d'alcool, l'aldéhyde était d'abord qualitativement recherchée au moyen d'une solution très sensible de bisulfite de rosaniline donnant la coloration au $\frac{1}{1000000}$. On procédait ensuite au dosage colorimétrique de l'aldéhyde quand il y avait lieu.

Le Tableau suivant donne la quantité d'aldéhyde formée par litre, en présence ou en l'absence d'oxygène :

1.	Aération large	50mg
2.	En présence d'acide carbonique	néant
3.	» (avec petite introduction d'air)	de 2mg à 10mg
4.	» d'hydrogène	néant
5.	» (avec petite introduction d'air)	de 2mg à 10mg

On voit qu'en l'absence complète d'air il n'y a pas eu apparition d'aldéhyde; elle a été, au contraire, toujours constatée quand la fermentation a eu lieu en milieu aéré ou même en présence de très petites quantités d'oxygène, ce qui justifie bien les précautions minutieuses qu'il faut prendre pour réussir l'expérience.

L'aldéhyde acétique n'est donc pas un produit normal de la fermentation alcoolique. Elle ne provient pas de la dislocation immédiate de la molécule du sucre, mais d'une oxydation ultérieure de l'alcool éthylique : ses proportions doivent varier avec les conditions d'aération. D'après les essais actuellement en cours et que je ferai prochainement connaître, cette oxydation de l'alcool serait due surtout aux levures jouant le rôle d'agent d'oxydation.

BOTANIQUE. — *Sur la production de la gomme chez les* Moringa. Note de MM. F. JADIN et VOLCY BOUCHER, présentée par M. Guignard.

L'un de nous a déjà signalé (¹) la présence d'une lacune gommeuse au centre de la moelle des tiges des *Moringa*, provenant des régions naturelles où croissent ces plantes; mais il n'avait pu observer aucune lacune gommeuse dans le liber ou l'écorce de ces tiges.

(¹) F. JADIN, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 733.

Cependant, dans toutes les régions tropicales, les *Moringa* produisent de la gomme. Il restait donc à savoir comment se produisait cette exsudation gommeuse.

Nous nous sommes tout d'abord assurés que la lacune centrale était constante et continue dans toute la longueur de la tige, mais que, en aucun cas, elle n'était susceptible de communiquer avec l'extérieur.

Dans des tiges de grosseurs différentes (2^{mm} à 3^{cm} de diamètre), la lacune reste au centre de la moelle et conserve à très peu de chose près la même importance.

Ces tiges, traitées par le rouge de Cassella et le vert acide Poirrier JEEE, suivant la méthode de Lutz, montrent que le rouge de Cassella se fixe dans la moelle sur la partie centrale et sur quelques éléments de la périphérie au voisinage immédiat du bois, sur le cambium, le liber et l'écorce. La région moyenne de la moelle, le bois, les fibres péricycliques et le suber fixent le vert. Quand les vaisseaux du bois contiennent des thylles, celles-ci se colorent en rouge.

Mais en aucun cas, dans ces tiges, les cellules fixant le rouge ne présentent des membranes épaissies, et ni dans le liber, ni dans l'écorce de lacunes gommeuses.

Nous souvenant que dans certaines espèces de Sterculiacées, normalement gommifères, M. Mangin ([1]) a eu l'idée de provoquer la formation de la gomme par des blessures ou des meurtrissures, nous avons fait exécuter des expériences sur des plants de *Moringa pterygosperma* croissant à l'île de la Réunion. Sachant l'influence de la saison pluvieuse sur l'émission de la gomme chez cette plante, les expériences ont été faites au mois de janvier. Elles ont porté sur des branches saines, assez éloignées du sol pour être à l'abri des traumatismes accidentels et appartenant à des sujets robustes dont le tronc fournissait de la gomme.

Des branches de différents diamètres ont été entaillées; les entailles intéressant soit l'écorce, soit l'écorce et le liber, soit l'écorce, le liber et le bois, étaient faites en écusson.

D'autres branches ont été simplement contusées au marteau, lésant l'écorce plus ou moins profondément.

Après trente jours de végétation, les branches nous ont été expédiées.

Dans tous les cas, la lacune médullaire n'avait subi aucune modification; mais, dans le liber, de nombreuses lacunes s'étaient formées. La répartition de ces lacunes libériennes par rapport au point traumatisé indique qu'elles ont pris naissance sous l'influence du traumatisme.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 725.

En effet, elles sont étroitement localisées au voisinage du point blessé, et il arrive toujours qu'à une distance variable de ce point on ne les observe plus.

En coupe transversale, ces lacunes, situées sur un seul rang, débutent dans le liber plus près du péricycle fibreux que du cambium, entre deux rayons médullaires.

Quelques cellules du liber épaississent leur membrane, deviennent plus volumineuses, ne tardent pas à se dissocier et à former ainsi une lacune gommeuse. Celle-ci s'agrandit par la dissociation et la gommification des cellules avoisinantes et forme une cavité allongée tangentiellement. A l'origine, ces lacunes sont peu éloignées les unes des autres, séparées seulement par les rayons médullaires et quelques rangées de cellules.

Quelques-unes d'entre elles peuvent fusionner en absorbant le rayon médullaire.

En coupe longitudinale, elles forment des poches allongées, situées les unes audessous des autres, pouvant s'anastomoser plus ou moins tardivement.

Les fibres péricycliques ne formant pas un cercle continu, les îlots fibreux sont séparés par une ou plusieurs rangées de cellules à parois molles qui permettent aux lacunes gommeuses de gagner la zone corticale.

Là où s'observent ces lacunes gommeuses, la lignification du bois est tardive.

Il nous semble donc qu'on est en droit de conclure de ce qui précède que, dans la tige des *Moringa*, en dehors des éléments lignifiés et subérifiés, les parois cellulaires manifestent presque toutes au colorant le premier stade de la gommose, mais que cette transformation donne naissance à des cavités gommeuses de deux façons bien différentes : normalement, à une lacune médullaire centrale incapable de communiquer avec l'extérieur, et pathologiquement, sous l'influence de traumatisme, à des lacunes libériennes susceptibles de communiquer avec l'extérieur.

BOTANIQUE. — *Sur la phytécologie de la région orientale de la Kabylie du Djurdjura.* Note de M. **G. Lapie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La région étudiée dans cette Note est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le méridien du cap Tédlès, au Sud et à l'Est par le Djurdjura oriental et les chaînes de montagnes qui le prolongent jusqu'au Gouraya, près de Bougie.

Les trois massifs montagneux sensiblement parallèles au littoral et d'altitudes croissantes que nous avons distingués dans la Kabylie occidentale (1)

---

(1) *Sur les caractères écologiques de la végétation dans la région occidentale de la Kabylie du Djurdjura.* (*Comptes rendus* t. CXLIV, 11 mars 1907, p. 580).

(massif littoral, massif ancien et Djurdjura) se continuent dans la partie orientale de ce pays, mais avec des directions convergentes : le massif ancien vient s'appuyer sur le versant nord du Djurdjura, puis la chaîne littorale dont la hauteur va en croissant s'incline vers le Sud pour se réunir à son tour aux deux chaînes précédentes et former avec elles la vaste région montagneuse de l'Akfadou, dont les prolongements (Taourirt Iril, Arbalou et Gouraya) vont en s'abaissant vers l'Est jusqu'à Bougie.

Le massif littoral est constitué par les argiles et quartzites du Crétacé, en partie recouverts, vers l'Est surtout, par l'Éocène supérieur (argiles schisteuses et grès du Medjanien et du Numidien inférieur; grès de Numidie).

Le deuxième et le troisième massif sont formés, comme dans la Kabylie occidentale, l'un par les terrains cristallophylliens, l'autre par les calcaires du Lias que viennent border soit les grès nummulitiques, soit plus fréquemment des affleurements de schistes et de grès rapportés au primaire. Les calcaires font place aux grès de Numidie dans l'Akfadou et le Taourirt Iril pour reparaître au delà de ces massifs dans l'Arbalou et le Gouraya.

Les espèces de phanérophytes sociales qui constituent les forêts de la région étudiée sont :

1° Le Cèdre sur les crêtes du Djurdjura;

2° Le Chêne vert sur le massif ancien et l'Arbalou;

3° Les Chênes à feuilles caduques sur les sommets gréseux de la moyenne montagne (Akfadou et extrémité orientale de la chaîne littorale);

4° Le Chêne-Liège sur les régions moins élevées formées par les grès de Numidie et sur une partie du Crétacé et du Medjanien;

5° L'Olivier sur les sols les plus argileux des deux derniers terrains et sur le Numidien inférieur.

La zone du Cèdre présente, en général, le même aspect que dans la Kabylie occidentale; cependant on retrouve dans les grès nummulitiques, sur les flancs de la profonde vallée qui sépare le chaînon de Lalla Khadidja de celui de l'Azerou Tidjeur, les restes d'une végétation plus hygrophile. Les espèces dominantes de l'association sont, dans ce dernier cas : pour la futaie, les *Cedrus Libani* Barr., *Acer obtusatum* Willd., *Quercus Mirbeckii* D. R., *Sorbus torminalis* Crantz, *S. Aria* Crantz; pour le sous-bois : *Daphne Laureola* L., *Lonicera arborea* Bois., *Taxus baccata* L., *Cratægus laciniata* Ucr.; dans le tapis herbacé abondent : *Physospermum acteæfolium* Presl., *Artemisia absinthium* L., *Knautia arvensis* Kock., *Pæonia corallina* Retz., etc.

Enfin, nous avons récolté en 1907, dans la zone du Cèdre, plusieurs espèces de Muscinées qui n'avaient pas encore été signalées en Algérie : les *Madotheca Porella* Nees, *Bryum fallax* Milde, et *Mnium stellare* L.

La forêt de Chêne vert s'étend sur la partie orientale du massif ancien dont la région

occidentale est recouverte par le Chêne-Liège. Cette substitution du *Quercus ilex* L. au *Q. suber* L. est déterminée par les modifications du climat résultant du voisinage des hauts sommets et de l'exposition générale nord.

Le Chêne vert occupe également les affleurements calcaires de la basse et de la moyenne montagne, surtout développés dans l'Arbalou.

La forêt de Chênes à feuilles caduques est caractérisée par le *Quercus Mirbeckii* D.R. et le *Q. Afarès* Pom. Ce dernier occupe de préférence les crêtes et les versants chauds et secs, tandis que le premier recouvre les parties plus humides. Le chêne Afarès, avec sa forme élancée et ses rameaux fastigiés, projette sur le sol une ombre faible qui permet le développement d'un sous-bois, souvent abondant, d'*Erica arborea* L. Le Chêne-Zen présente au contraire des rameaux étalés couverts de larges feuilles; la futaie de cette essence abrite un sol couvert d'abondants débris organiques sur lesquels apparaissent çà et là des mousses et des phanérogames ombrophiles. Dans les clairières la végétation est formée de *Cytisus triflorus* L'Hér. abondant avec *Genista tricuspidata* Desf., *Daphne Gnidium* L., *Cistus salviæfolius* L., *Lavandula Stœchas* L., *Vincetoxicum officinale* Mœnch., *Pteris aquilina* L., etc., et dans les stations les plus humides: *Alnus glutinosa* Gœrtn., *Campanula alata* Desf., *Osmunda regalis* L., *Polystichum aculeatum* L., *Athyrium Filix femina* Roth., etc.

La forêt de Chêne-Liège qui recouvre principalement les terrains gréseux s'enrichit dans cette région, souvent jusqu'au bord de la mer, de *Vincetoxicum officinale* Mœnch. et de *Thymus numidicus* Poir., espèces caractéristiques des altitudes plus élevées dans la région occidentale. De la pointe Ksila à Bougie l'*Erica scoparia* L. se mêle à l'*Erica arborea* L. dans le sous-bois.

La végétation de cette zone présente un aspect plus xérophile sur les argiles et quartzites du Crétacé que sur les grès de Numidie; les Chênes-Liège deviennent disséminés et peu élancés; le *Cistus monspeliensis* L. domine dans le sous-bois qui reste très bas; les buissons de myrte qui, dans les grès forment souvent un étage continu dominé par celui de la bruyère, affectent dans le Crétacé la forme de dômes isolés, souvent même très espacés; l'*Arbutus Unedo* L. fait défaut ou demeure très rare. La forêt de Chêne-Liège est ici dans des conditions limites. Elle présente un aspect plus vigoureux sur les terrains argilo-gréseux du Medjanien lorsque le grès domine, mais les conditions optima sont toujours réalisées dans le grès de Numidie.

L'*Olivier* et les *buissons* remplacent le *Quercus suber* dans le Medjanien et dans le Crétacé dès que la proportion de l'argile augmente au détriment de celle des quartzites ou du grès. L'Olivier, qui présente tous les caractères d'une espèce spontanée, a souvent été multiplié aux dépens des espèces buissonnantes représentées surtout par les *Pistacia Lentiscus* L. et *Erica arborea* L.

Il résulte de ces observations que :

1° Les flancs et les sommets de la *haute montagne* sont couverts, aux diverses altitudes, par des phanérophytes *xérophiles;*

2° Les sommets de la *moyenne montagne*, à substratum calcaire, présentent le même caractère, tandis que les formations gréseuses sont, au contraire, recouvertes de forêts *tropophiles;*

3° Dans la *basse montagne* la nature physique et chimique du sol a la plus grande influence sur l'aspect de la végétation qui est *xérophile* avec l'Olivier, xérophile ou *semi-xérophile* avec le Chêne-Liège.

En un mot, ce sont les sommets de la moyenne montagne qui, dans la région étudiée, offrent à la végétation le maximum d'humidité et partout les grès atténuent le caractère xérophile de la végétation.

PHYSIOLOGIE. — *Les leviers dans l'organisme*. Note [1] de M. **A. Guillemin**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans tout levier en équilibre, il y a, non pas deux forces, mais six forces agissantes, trois actions et trois réactions. Ces forces sont concourantes, et leurs *composantes normales au levier* sont liées par les équations connues

$$\frac{P_1}{b} = \frac{Q_1}{a} = \frac{P_1 + Q_1}{a + b} = \frac{R_1}{l}.$$

Toujours la composante R_1, située entre P_1 et Q_1, est égale à la somme $P_1 + Q_1$.

Ceci posé, et la figure 1 étant facile à comprendre [2], les équations d'équilibre sont

$$\frac{P \sin\alpha}{b} = \frac{Q \sin\gamma}{a} = \frac{R \sin \mathrm{OBA}}{a + b}.$$

On en déduit :

1° Effort musculaire

$$Q = P \frac{a}{b} \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma};$$

2° Pression sur l'artère tibio-tarsienne

$$R = P \frac{a + b}{b} \frac{\sin\alpha}{\sin \mathrm{OBA}}.$$

---

(1) Présentée dans la séance du 16 mars 1908.

(2) ABC est le levier plantaire, JB le tibia, M les muscles du mollet (jumeaux et soléaire) dont les attaches tirent sur le genou J et sur le calcanéum C avec une force Q. Puisque la *base de sustentation* est réduite au seul point A, il faut que le centre de gravité du corps soit sur la verticale AG, et le poids du corps P peut être regardé comme appliqué au point A. Comme les forces P et Q se rencontrent en O, il s'ensuit que la troisième force R est dirigée suivant OB.

Nous ne discuterons pas ces équations en détail ; nous les simplifierons au maximum, en supposant

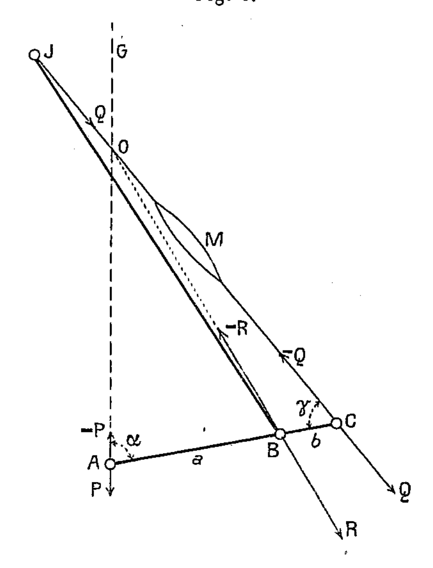
$$\alpha = \gamma = \text{OBA} \qquad \text{et} \qquad \frac{a}{b} = 3.$$

Alors les valeurs de Q et de R se réduisent à

$$Q = 3P \text{ (résultat expérimental de Monoyer)},$$
$$R = 4P \text{ (résultat non signalé)}.$$

Travail qu'on effectue en se soulevant sur la pointe du pied. — Pour nous placer dans les conditions les plus simples, nous supposons que le soulève-

Fig. 1.



ment est complet ; ABC qui était horizontal au début devient vertical à la fin du mouvement.

On raisonne ordinairement comme il suit :

1° Le centre de gravité s'est élevé de a ; donc travail utile

$$T_U = P \times a = 3Pb ;$$

2° Le muscle CG s'est *raccourci* de b ; donc travail moteur

$$T_M = Q \times b = 3Pb ;$$

donc

$$T_M = T_U;$$

le moteur est parfait.

On arriverait à la même conclusion $T_M = 3Pb = Pa$ si l'on admettait le point de vue erroné des frères Weber, poids P appliqué en B, force $Q = \frac{3}{4}P$ soulevant son point d'application C à une hauteur $a + b = 4a$. C'est le travail qu'exécuterait une *force extérieure*, un homme qui soulèverait un autre homme en agissant sur la tirette de sa bottine.

Mais ce n'est pas ainsi que les choses se passent : le muscle moteur qui doit élever le point C prend comme point d'appui le point J de la barre JB, qui elle-même s'appuie en B sur AC. Le muscle travaille dans de très mauvaises conditions : il se crée à lui-même un obstacle contre lequel il doit lutter, et dont il ne triomphe que grâce au prolongement BC de la barre AB. Si BC tendait vers zéro, la contraction musculaire tendrait vers l'infini et serait de moins en moins efficace.

Nous tiendrons compte de ce fait en disant : le travail moteur est effectué par la force Q, qui élève le point C de $a + b$; il est $T_M = Q(a + b)$; le travail résistant est dû à la force R dont le point d'application B est soulevé de a; il est $T_R = Ra$; et en effet

$$Q(a + b) = Ra = 12\,Pb = 4\,Pa.$$

On voit que le travail demandé au muscle est *quadruple* du travail utile : le moteur ou plus exactement *les conditions d'utilisation du moteur sont donc très imparfaites.*

ANTHROPOLOGIE. — *Sur la découverte, dans la grotte du Portel, de peintures paléolithiques représentant l'Homme et des Animaux.* Note de M. **René Jeannel**, présentée par M. Alfred Giard.

Le 6 mars 1908, avec J. Fauveau, inspecteur adjoint des Forêts, à Foix, je visitais la grotte du Portel, afin d'étudier sa très riche faune cavernicole; au cours de mes recherches, j'eus la surprise de découvrir sur les parois de remarquables peintures paléolithiques.

La grotte du Portel, encore connue sous le nom de grotte de *Crampagna*, s'ouvre à 520^m d'altitude environ, sur la crête du Plantaurel, dans la commune de Loubens, canton de Varilhes (Ariège). Son entrée fait face au

Nord-Est. On pénètre par un étroit boyau en descente rapide qui conduit dans un système de couloirs rectilignes creusés, dans les calcaires crétaciques, aux dépens de deux joints de stratification parallèles et entièrement redressés. La paroi de droite est presque toujours lisse, sèche, rocheuse; celle de gauche, au contraire, est presque partout stalagmitée et humide. Les peintures occupent les parties sèches et rocheuses et cessent toujours là où la stalagmite apparaît.

La caverne du Portel avait été jadis fouillée par Noulet, qui y avait recueilli des restes quaternaires sans industrie humaine, du néolithique et des ossements humains (¹).

Le 9 mars 1908, trois jours après notre découverte, je suis retourné au Portel, accompagné cette fois par L. Jammes et F. Régnault. Nous avons, ce jour-là, relevé 40 peintures à fresque représentant des Animaux et des silhouettes humaines. Nous n'avons pu découvrir aucun dessin gravé, mais seulement des peintures en noir et en rouge, au trait ou en teinte plate; certains traits sont renforcés par l'incisure de la roche et, comme à Altamira, les reliefs sont fréquemment utilisés pour la mise en place des dessins. Toutes les peintures, sauf une, sont monochromes; il n'y a qu'une seule superposition nette. Enfin, la stalagmite recouvre et masque partiellement un certain nombre de sujets.

Le grand intérêt des peintures du Portel réside en ce que deux d'entre elles représentent des profils d'homme en pied. Tous deux sont peints en rouge, malheureusement assez effacés. L'un est remarquable par le profil de son crâne très dolichocéphale, à front fuyant, à angle facial très fermé; sa tête seule est figurée de profil, tandis que le corps et les jambes sont de face; un gros phallus peint en rouge utilise une saillie de la roche; l'autre est saisissant par son attitude simiesque, son dos arrondi, ses bras ballants en avant. On avait déjà publié des profils gravés à Altamira et à Marsoulas, d'autres avaient été signalés à Font-de-Gaume et aux Combarelles, mais, nulle part encore, on n'avait trouvé des figures humaines peintes.

Les nombreux Animaux figurés sont des Bisons, des Chevaux, des Rennes, avec une forte prédominance de Chevaux. Le Portel est la grotte des Chevaux comme Niaux, qu'étudie en ce moment M. E. Cartailhac, est celle des Bisons. Les attitudes des différentes bêtes sont peu variées : quelques Chevaux courent ou galopent. Les pattes et en particulier les

(¹) Ces renseignements inédits sur les fouilles de Noulet, au Portel, m'ont été communiqués par M. E. Cartailhac.

sabots sont très mal dessinés et les différentes parties du corps sont souvent d'une très grande disproportion. Aucune bête ne présente la perfection artistique qu'on rencontre dans les peintures au trait noir d'Altamira ou de Niaux. Je veux signaler cependant : 1° un Cheval au trait noir dans l'extrême fond de la caverne, le mouvement de ses pattes antérieures est fort remarquable; 2° un grand Bison au trait noir, dont la photographie accompagne cette Note (1); 3° un grand Cheval polychrome, rouge cerné de noir, superposé à un gros Bison au trait noir; 4° un petit Bison figuré au trait rouge, la tête en bas; 5° enfin, un petit Cheval monochrome rouge, long de $0^m,15$, très finement peint en teinte plate et rehaussé par la gravure. Aucune bête n'est représentée percée de flèches.

Quant aux signes, ils sont très peu nombreux dans la grotte du Portel. Je n'ai vu aucun signe tectiforme ou scalariforme, aucune ligne barbelée comme à Marsoulas. Il existe seulement quelques traits rouges juxtaposés par trois ou quatre, rappelant des signes pectiformes (mains?) où manquerait la barre transversale; des barres rouges disposées en damier et surtout un gros signe rouge, large de $0^m,50$ environ, qu'on n'a jamais, à ma connaissance, signalé nulle part; on ne saurait mieux comparer sa forme qu'à celle d'un pique de carte à jouer où le petit triangle de base ferait défaut.

Je ne puis entrer ici dans l'étude détaillée des quarante peintures que j'ai relevées sur les parois de la grotte du Portel. Mais je m'empresse de dire que cette étude sera faite. Avec F. Régnault, nous avons entrepris d'en relever minutieusement des décalques et des photographies que nous publierons sans tarder.

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Études anémométriques des hélices zooptères.* Note de M. **Paul Amans**, présentée par M. Alfred Giard.

Si l'on place un anémomètre en arrière d'une hélice aérienne propulsive, avec l'axe du moulinet parallèle à l'axe de l'hélice, on observe des vitesses variables avec la position du moulinet. Dans de précédents Mémoires (Congrès aéronautique de Milan, 1906; Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 1906-1907; Congrès de l'Association française pour l'avan-

(1) La tête de ce Bison a été récemment salie par du noir de fumée. Il est facile, sur notre épreuve, de faire abstraction des taches surajoutées, qu'il sera très aisé de faire disparaître sur la roche.

cement des Sciences, Reims, 1907), j'ai étudié la forme de la rivière aérienne, sa pression sur des disques plans, ainsi que la courbe des vitesses à différentes distances de l'équateur. La comparaison des vitesses et des pressions m'a conduit aux mêmes résultats qu'en 1889 (Congrès international aéronautique, Paris, 1889) et en 1892 (Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Marseille, 1892), à savoir que les palettes animales ou zooptères sont plus efficaces que les palettes rigides basées sur l'hélice géométrique.

Je rappellerai [voir à titre d'exemple une épure de palette *Vespa* dans *Aéro-Revue* (Lyon)] les caractères principaux des hélices animales : nervures élastiques, courbes, divergeant à partir de la base (l'épaisseur des nervures va en diminuant du proximum au distum et d'avant en arrière; la face antérieure est concave; la concavité diminue du proximum au distum); la torsion est positive, celle de l'hélice géométrique est négative, etc. Les autres facteurs à considérer, non spéciaux aux hélices zooptères, sont la déclinaison ou angle de la palette avec l'équateur (1) et l'inclinaison ou angle de l'axe proximo-distal avec l'axe de rotation de l'hélice. On ne m'a pas suivi (2) en France, mais on commence à expérimenter des hélices animales dans l'armée anglaise (Baden-Powel) et italienne (Bertelli). On les adoptera plus tard de préférence à toute autre, de même qu'on a adopté les aérocaves de préférence aux aéroplanes, les aéroglisseurs avec grande surface de sustentation et une petite en avant comme gouvernail de profondeur (frères Wright) (3).

Ceci posé, et c'est l'objet principal de cette Communication, voici une formule empirique qui donne une valeur approchée de la traction, en se servant uniquement de l'anémomètre.

Soit r le rayon d'une hélice formée de deux ailes. Je place le centre de l'anémomètre Richard à une distance de l'équateur égale à ce rayon et à une distance de l'axe de rotation égale à mr; le coefficient m varie avec la forme des palettes; il correspond au point où la vitesse est maximum.

Soit b cette vitesse maximum; soit a la vitesse mesurée, quand le centre du mou-

---

(1) Les palettes s'implantent sur le moyeu par un manche, une sorte d'humérus, dont l'axe prolongé rencontrerait l'axe de rotation. J'appelle *équateur* le plan passant par le point de rencontre, perpendiculaire à l'axe de rotation.

(2) Il faut excepter toutefois le colonel Renard; dans les *Comptes rendus* de 1903, on trouvera une allusion aux sections de profil courbe.

(3) Les frères Wright n'ont pas inventé ce système, mais ils sont probablement les premiers à l'avoir expérimenté. Je l'ai moi-même proposé en 1888 (Rapport sur l'aéroplane de Kress dans l'*Aéronaute* et *alias* dans les *Annales de Zoologie,* Paris, 1888, à propos des aéroplanes aquatiques).

linet est sur l'axe de rotation. Si je désigne par R la traction et k un coefficient de résistance aérienne, nous avons la formule

$$(1) \qquad R = \tfrac{1}{6} k \pi m^2 r^2 \left[a^2 + \frac{9 - 14m}{(1-m)^2} b^2 + 2ab \right].$$

Soit, par exemple, une palette *Perdrix* de $0^{m},50$ de rayon, tournant à 15 tours à la seconde. Les vitesses sont

$$a = 11^{m},44, \qquad b = 20^{m},46.$$

Dans ce cas $m = 0,46$. Si nous prenons $k = 0^{kg},07$, nous avons

$$R = 8^{kg},19,$$

chiffre peu différent de la traction mesurée au dynamomètre; celle-ci était 8^{kg}.

Prenons une palette orthoptère (la *Mantis*) plus étroite, moins concave; à 161 tours à la seconde, et une déclinaison basilaire de 20° comme la *Perdrix*, nous avons

$$a = 8,63, \qquad b = 15.$$

Comme ici $m = \frac{1}{2}$, la formule devient

$$(2) \qquad \begin{cases} R = \frac{1}{24} k \pi r^2 (a^2 + 8b^2 + 2ab), \\ R = 4^{kg},77. \end{cases}$$

A la vitesse de 15,5 tours et une déclinaison de 12°, nous avons

$$a = 8,13, \qquad b = 15,96, \qquad R = 4^{kg},76.$$

Dans les deux cas (à 12° et à 20° de déclinaison basilaire) la traction mesurée au dynamomètre était de 5^{kg}.

Les deux palettes ont même torsion (20° environ) et même élasticité; mais la flexion et les changements d'envergure sont bien différents, ainsi que le montrent les photographies prises à différentes vitesses de rotation. Les nervures ont bien même substance et même épaisseur à distance égale de l'axe de rotation; elles n'ont pas mêmes courbures, et, en outre, à même distance de l'axe, les sections de profil sont dissemblables et, par suite, les résistances aériennes qui déterminent la flexion. La photographie me paraît être la meilleure méthode d'étudier l'élasticité des hélices aériennes.

Les expériences ont été faites avec une dynamo multipolaire, montée sur un tricycle très léger, très roulant; un ressort à boudin mesurait la traction.

Je n'ai pas expérimenté de palettes hélicoïdales de même envergure de $0^{m},50$; j'ignore si la formule (1) donne une valeur approchée de la trac-

tion. Cette formule est du reste tout à fait empirique; mais, avec les paramètres a, b, m, on a une idée comparative des rivières aériennes, tandis que la formule habituelle $R = \varphi(n^2 r^4)$ est muette à ce sujet.

Le rapport $\frac{a}{b}$ est intéressant à étudier lorsqu'on fait varier la déclinaison. D'après les observations sur *Mantis* et *Perdrix*, le rapport $\frac{a}{b}$ augmente avec la déclinaison; si ce rapport pouvait s'exprimer par une fonction trigonométrique, on aurait la traction en fonction de la déclinaison et de la vitesse anémométrique maxima.

GÉOLOGIE. — *Les éruptions pliocènes et pléistocènes de la Limagne.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

La continuité des mouvements du sol (surtout des tassements), à diverses reprises, de l'époque pliocène, se traduisit, dans la Limagne, par la formation de nouvelles fractures dont certaines ont découpé, non seulement les sédiments tertiaires de cette région (Oligocène et Miocène), mais aussi les coulées basaltiques miocènes qu'ils surmontaient. Ces coulées furent donc, avec leur soubassement, morcelées en gradins effondrés à des hauteurs variables (Chateaugay, Puy-du-Var, Charrade, etc.)

Sur certaines de ces fractures s'édifièrent de nouveaux volcans mieux conservés que les volcans miocènes (volcans de Corent, Perrier, la Roche Noire, du mont Rognon, du Brac, du Puy-Giroux, du Montcelet, etc.).

L'érosion n'a pas enlevé le culot cratérique basaltique du mont Rognon et du Montcelet, culot se présentant sous forme de cône basaltique. Corent possède encore un cône de scories presque aussi bien conservé que les cônes des volcans pléistocènes.

La coulée de la Roche Noire, qui descend de la base du volcan miocène de Saint-André, est dans un état de fraîcheur remarquable.

Ces considérations ne seraient pas suffisantes pour dater l'âge de ces volcans qui se sont édifiés du Pliocène inférieur au Pliocène supérieur, si l'on n'avait pu faire les observations suivantes :

La coulée de Corent, *la plus élevée*, s'est étendue dans la vallée de l'Allier qu'elle a comblée, en la barrant, sur plus de 40^m de haut. Les alluvions sur lesquelles repose la coulée sont suspendues, aujourd'hui, à environ 165^m du niveau actuel de l'Allier, alors que les dernières coulées miocènes sont à 65^m plus haut.

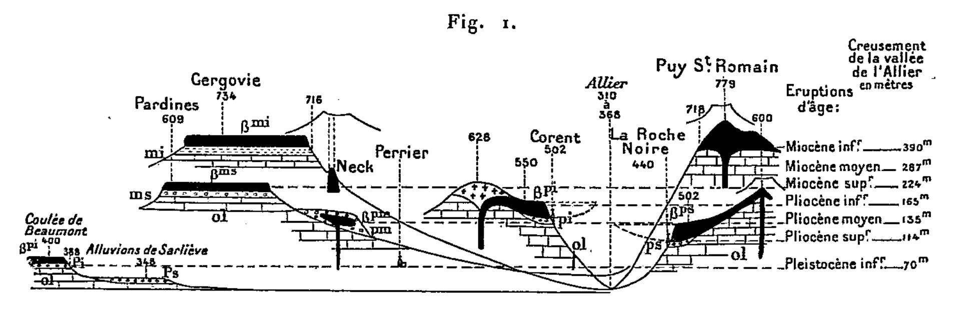
Il y a donc eu, entre les deux éruptions volcaniques, un creusement de 65^m de la vallée de l'Allier.

La coulée de la Roche Noire possède, à son extrémité, une situation analogue et symétrique de la coulée de Corent, sur la rive droite de l'Allier. Elle offre un beau plateau et un front basaltique de 45^m de haut, reposant sur des alluvions qui ne sont qu'à 114^m au-dessus du niveau actuel de l'Allier, c'est-à-dire 51^m plus bas que celles de Corent. Elle descend à 25^m au-dessous de l'extrémité du conglomérat ponceux Pliocène moyen, issu du mont Dore. Enfin elle se tient entre 40^m et 50^m au-dessus des alluvions Pléistocène inférieur. Il est donc hors de doute que cette coulée est d'âge *Pliocène supérieur*. Corent serait Pliocène inférieur ou moyen. Ces chiffres correspondent sensiblement à ceux donnés par M. Boule pour la coulée Pliocène moyen du volcan du Coupet (Haute-Loire).

Les coulées du Broc et de Perrier ont une situation semblable à celle de Corent. Celles du Montcelet semblent un peu plus récentes (*Pliocène inférieur*).

Les volcans de Gravenoire et de Beaumont, d'âge *Pléistocène inférieur*, ont

Fig. 1.



Les divers âges des éruptions de la Limagne.

ol, Oligocène; *mi*, *ms*, *pi*, *ps*, P*i*, P*s*, alluvions : Miocène inférieur, Miocène supérieur, Pliocène inférieur, Pliocène supérieur, Pléistocène inférieur, Pléistocène supérieur; β*mi*, β*ms*, β*pi*, β*pm*, β*ps*, βP*i*, coulées volcaniques d'âge correspondant.

leurs coulées à 36^m au-dessus des alluvions *Pléistocène supérieur* de Sarlière (à *Elephas primigenius*, *Cervus tarandus* et silex taillés) et à 70^m environ au-dessus de la vallée actuelle de l'Allier.

Conclusions. — Les considérations qui précèdent, appuyées sur la Paléontologie et la Paléogéographie, ont montré les relations des phénomènes orogéniques, hydrologiques et volcaniques, en permettant de suivre les *différentes phases d'exhaussement* et de *dislocation* de la Limagne, du *creusement de la vallée de l'Allier* et de l'*activité volcanique* de cette région, depuis le

Miocène jusqu'au Pléistocène. Les phénomènes volcaniques ont débuté au *Miocène inférieur*, ont été particulièrement intenses au *Miocène moyen*, et paraissent moins importants au Miocène supérieur, au Pliocène et au Pléistocène.

Ces notions modifient et complètent, d'une manière sensible, les idées sur l'âge et l'origine des volcans de la Limagne, dont la plupart, contrairement à ce qu'on pensait, ont été édifiés avant le dernier soulèvement alpin.

La question des pépérites, qui se rattache étroitement aux différentes phases de l'activité volcanique, fera l'objet d'un nouveau travail.

En résumé, la Limagne est la région du Massif central où l'activité volcanique est la *plus ancienne* et où elle a *persisté le plus longtemps*, puisqu'elle existe encore sous forme de mofettes, de sources thermales et de venues bitumineuses. C'est donc, à ce point de vue, une des contrées les plus intéressantes de l'Europe.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude du rayonnement calorifique solaire*. Note (¹) de MM. C. **Féry** et G. **Millochau**, présentée par M. Lippmann.

Comme nous l'avons exposé dans des Notes précédentes (²), la mesure faite, avec le télescope pyrhéliométrique, du rayonnement d'un petit élément de la surface solaire est instantanée, facile à exécuter et par suite exempte de retard par rapport au temps noté pour l'observation, il serait donc utile d'en déduire directement la valeur de la constante solaire.

D'après la loi de Stefan, la quantité q de chaleur reçue par une surface noire de 1^{cm^2}, recevant le flux de chaleur d'un radiateur intégral, de température T, de surface S et placé à la distance D, est

$$q = a\mathrm{T}^4 \frac{\mathrm{S}}{\mathrm{D}^2}$$

lorsque la température du récepteur est négligeable par rapport à T.

Les observations ayant montré que T est constant sur une circonférence ayant pour centre le centre de l'image solaire et pour rayon r, la couronne

(¹) Présentée dans la séance du 16 mars 1908.

(²) *Comptes rendus*, 3 et 17 février 1908.

circulaire infinitésimale $2\pi r\,dr$ produit donc l'effet

$$dq = a\mathrm{T}^4 \frac{2\pi r\,dr}{\mathrm{D}^2}.$$

L'effet total produit par le Soleil est la constante solaire A_w (exprimée en watts) et sera par suite, en intégrant,

$$\mathrm{A}_w = \int_0^{\mathrm{R}} \frac{a\mathrm{T}^4\, 2\pi r\,dr}{\mathrm{D}^2}$$

où R est le rayon du Soleil et D sa distance à la Terre.

Remplaçant T^4 par sa valeur $\mathrm{K}\delta$ (δ étant la déviation en millivolts donnée par l'appareil et K la constante instrumentale), on aura,

$$(1)\qquad \mathrm{A}_w = \frac{a\mathrm{K}}{\mathrm{D}^2}\int_0^{\mathrm{R}} 2\pi r\,\delta\,dr = \frac{a\mathrm{K}}{\mathrm{D}^2}\int_0^{\delta_2} \pi r^2\,d\delta.$$

Dans ces intégrales, la quantité sous le signe somme est le volume V du solide de révolution engendré par la courbe représentative du rayonnement calorifique solaire suivant un diamètre (r en abscisses, δ en ordonnées) si l'on fait tourner cette courbe autour de son axe de symétrie.

Ce volume V est aussi numériquement égal à l'aire de l'une des deux courbes auxiliaires qu'on peut construire en posant dans le premier cas $y = r\delta$, $x = r$ et dans l'autre cas $y = r^2$, $x = \delta$, aires qu'on peut calculer graphiquement.

Si nous posons maintenant $\delta_m = \frac{\mathrm{V}}{\pi \mathrm{R}^2}$ et remplaçons dans (1) V par $\pi r^2\,\delta_m$ nous obtenons

$$(2)\qquad \mathrm{A}_w = \frac{\mathrm{V}a\mathrm{K}}{\mathrm{D}^2} = \frac{\pi \mathrm{R}^2}{\mathrm{D}^2} a\mathrm{K}\,\delta_m;$$

or $\frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{D}^2} = \tang^2\frac{\varphi}{2}$, φ étant le diamètre apparent du Soleil. $\mathrm{K}\delta_m$ est la quatrième puissance de la température effective moyenne du Soleil, c'est-à-dire la température d'un radiateur intégral qui produirait le même effet général sur la Terre, soit T_m^4; on aura

$$(3)\qquad \mathrm{A}_w = \pi a \mathrm{T}_m^4 \operatorname{tang}^2\frac{\varphi}{2},$$

qui nous permettra de calculer la constante solaire à l'aide du seul télescope pyrhéliométrique, lorsque nous connaîtrons la constante a.

Nous pouvons déterminer une valeur approchée de a en remplaçant, dans (3), A_w par la valeur que nous avons trouvée avec l'actinomètre, et T_m^4 par celle tirée des mesures faites, en même temps, avec le télescope pyrhéliométrique.

Un moyen simple d'obtenir V consiste à mesurer graphiquement l'aire d'une des moitiés de la courbe représentative, de chercher son centre de gravité et d'appliquer le théorème de Guldin.

Mais nous n'avons à notre disposition, pour ce travail, que les courbes obtenues avec un télescope dont le réticule thermo-électrique comporte un disque ayant un diamètre sensible par rapport à l'image solaire.

Il y a donc lieu de corriger cette courbe de l'effet produit par le diamètre du disque, surtout à partir du point où celui-ci est incomplètement couvert, les ordonnées de la courbe se trouvant diminuées.

Or on peut remarquer que si l'on mène, par le point correspondant à $x = R$, une droite parallèle à l'axe des y, l'aire de la portion de courbe située en dehors de cette droite est égale à l'aire qui serait comprise entre la courbe réelle et la courbe mesurée.

On peut donc évaluer très approximativement le centre de gravité de la portion d'aire manquante et, appliquant le théorème de Guldin, décomposer le volume V en deux parties et les calculer séparément. On obtient ainsi :

$$\delta_m = 4308, \qquad T_m = 5358, \qquad a = 3{,}02 \times 10^{-14}.$$

La courbe représentative du rayonnement solaire suivant un diamètre semble, à l'examen, très voisine d'une ellipse; il était intéressant de voir ce qui se passerait, au point de vue du calcul, en l'assimilant à une ellipse.

Le volume V devient alors un cylindre surmonté d'un demi-ellipsoïde de révolution. La formule suivante donne ce volume :

$$V = \pi R^2 \delta_1 + \frac{2}{3}\pi R^2(\delta_2 - \delta_1) = \pi R^2\left(\frac{2\delta_2 + \delta_1}{3}\right),$$

δ_1 étant la mesure faite au bord de l'image solaire, δ_2 celle faite au centre.

Puisque

$$\delta_m = \frac{V}{\pi R^2}, \qquad \delta_m = \delta_2\left(\frac{2n+1}{3}\right) \qquad \text{si} \qquad n = \frac{\delta_2}{\delta_1}.$$

Dans nos mesures, δ_1 correspond au moment où le centre de la soudure thermo-électrique coïncide avec l'image du bord solaire; la soudure est alors

à moitié couverte, et les recherches de l'un de nous ont montré que, dans ce cas, l'intensité de la déviation est proportionnelle à la surface couverte.

Si l'on appelle δ_0 la valeur mesurée, on aura une valeur très approchée de δ_1 en doublant δ_0, en retranchant du résultat l'intensité de la chaleur diffuse du ciel au bord solaire et en corrigeant le nombre trouvé de la courbure de ce bord.

Par cette méthode, on trouve

$$\delta_m = 4284, \qquad T_m = 5351, \qquad a = 3,03 \times 10^{-14}.$$

Il y aurait grand intérêt à répéter ces expériences à une plus grande altitude que le mont Blanc, en ballon par exemple.

M. D.-K. Popoff adresse une *Démonstration du théorème dit* la grande proposition *de Fermat, à savoir que* $a^n + b^n = c^n$ *est impossible si* $n > 2$.

(Renvoi à l'examen de M. Jordan.)

M. Lapeyre adresse une Note relative à *la triple preuve* et un Mémoire intitulé : *Décomposition en facteurs premiers des nombres jusqu'à dix millions.*

(Renvoi à l'examen de M. Jordan.)

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MARS 1908.

Manuscrits de Galois, publiés par JULES TANNERY. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Nuove notizie storiche sulla vita e sulle opere di Macedonio Melloni; Memoria del Socio I. GUARESCHI, con incisioni. Turin, Carlo Clausen, 1908; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Haller. Hommage de l'auteur.)

Observatoire Jarry-Desloges, temporairement au Revard : *Observations des surfaces planétaires : la Lune, Mars, Jupiter, Saturne, Mercure;* fasc. I, année 1907. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Plusieurs Volumes du *Bulletin* et de l'*Annuaire* et divers Mémoires publiés par la « Station séricicole du Caucase », sous la direction de M. N. SCHAWROFF. Tiflis; 12 vol. et 4 fasc. in-8°, et 9 vol. et 5 fasc. in-4°. (Offerts par M. N. Schawroff, Directeur de la Station.)

Le SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE adresse les Cartes suivantes, nouvellement éditées : *France,* au 50000e en couleurs : *Toul.* — *Asie,* au 1000000e : *Téhéran.* — *Tunisie,* au 100000e : *Metlaoui; Bir el Ater.* — *Frontière algéro-marocaine,* au 100000e. — *Région de Casablanca,* au 200000e. — *Région de Settat,* au 200000e. 7 feuilles in-plano.

La Carte géologique internationale de l'Amérique du Nord, par EMM. DE MARGERIE. (Extr. des *Annales de Géographie,* t. XVII, 1908.) Paris, Armand Colin, 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Tacubaya. Carta fotografica del Cielo; Zona-16°, nos 2, 4, 5, 15, 16, 42, 45, 46-54. 16 planches héliogravées, in-plano.

Bestimmung der Gradienten der Schwerkraft und ihrer Niveauflächen mit Hülfe der Drehwage, von Baron ROLAND EÖTVÖS. (Extr. du premier Volume des *Abhandlungen der XV. Allgemeinen Konferenz der Erdmessung in Budapest,* 1906.) Leide, E.-J. Brill, 1907; 1 fasc. in-4°. (4 exemplaires adressés par l'Académie royale des Lincei, à Rome.)

Icones mycologicæ, par BOUDIER; 4e série, livraison 18. Paris, Paul Klinksieck, mars 1908; 1 fasc. in-4°.

Leçons d'ouverture du Cours d'Hydrologie de l'année scolaire 1907-1908, *à Toulouse,* par F. GARRIGOU. (Extr. du *Bulletin général de Thérapeutique.*) Paris, Octave Doin, 1908; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, 6e série, publiée par CAMILLE JORDAN; t. IV, année 1908, fasc. n° 1. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

La Science positive, les épidémies et les maladies contagieuses au XXe siècle, Leçon d'ouverture du cours, à Gand, le 14 novembre 1907, par le Dr JULES FÉLIX. Gand, 1908; 1 fasc. in-8°.

Médicamenta, guida teorico-pratica per sanitari. Milan, *Cooperativa farmaceutica,* 1908; 1 vol. in-12.

Procédé de momification intégrale des cadavres, par GIOVANNI CHIARELLA, et un *Supplément.* Rome, 1907; 2 fasc. in-8°.

La loi du travail ou *Une nouvelle éducation :* Essai de droit public, par AMBROGIO FREIDA. Rome, 1908; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 mars 1908.)

Note de M. *G.-A. Tikhoff,* Sur la dispersion de la lumière dans les espaces célestes. Historique de la question et premiers résultats :

Page 572, ligne 2, *au lieu de* dans le but d'appliquer une méthode spectrale, *lisez* dans le but d'appliquer ma méthode spectrale.

Page 574, ligne 14, *au lieu de* M. Hyggins, *lisez* M. Huggins.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Maurice Hamy*, pour remplir, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *J. Janssen*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Maurice Hamy** prend place parmi ses Confrères.

HYDRODYNAMIQUE. — *Propriétés diverses des courbes exprimant, soit par leur enveloppe, soit directement, les coefficients de débit m d'un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe noyée en dessous, en fonction de la pression relative* N′ *exercée sous ces nappes au niveau du seuil.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. J'ai montré, dans le *Compte rendu* de la précédente séance (p. 607), comment le coefficient m de débit d'un déversoir vertical à nappe noyée en dessous se déduit, pour N′ donné entre $-\infty$ et 0,8, ou pour les nappes *plongeantes*, de l'équation

$$m = \frac{k \log k}{2(k^2-1)}\left[(2+k) - k^2\left(2+k-\frac{k^2}{2}\right)(1-\mathrm{N}')\right]\sqrt{1-\mathrm{N}'}, \tag{1}$$

par l'élimination de k au moyen de la relation $\frac{dm}{dk} = 0$, et comment, pour les autres valeurs de N' (comprises entre 0,8 et 1) ou pour les nappes *ondulées*, il y a lieu de faire constamment $k = 1$ dans la même équation (1). En d'autres termes, le coefficient m de débit est représenté, dans le cas des nappes plongeantes, par l'enveloppe de la famille de courbes (1), où m serait l'ordonnée, N' l'abscisse et k le paramètre, variable de zéro à 1, tandis que, de $N' = 0,8$ à $N' = 1$, c'est-à-dire dans le cas des nappes *ondulées*, l'enveloppe de la famille se trouve continuée par la dernière enveloppée considérée ou correspondant à $k = 1$. Il y a donc quelque intérêt à étudier cette famille de lignes, dont chacune fournit, de $k = 0$ à $k = 1$, un élément à la courbe représentant les coefficients de débit, et dont la dernière donne même, à elle seule, un arc notable de cette courbe, savoir sa partie finale.

II. L'équation (1) a la forme

$$m = (a + bN')\sqrt{1 - N'}, \tag{2}$$

dans laquelle se trouve compris le coefficient de débit du déversoir théorique (à seuil épais et évasé) de Belanger. En effet, sur celui-ci, où les filets fluides sont supposés rectilignes et parallèles, et où la contraction inférieure c est nulle, on a, si h est la hauteur de charge, h' la hauteur de la section contractée et p la pression $N'\rho gh$ sur le seuil,

$$p = \rho gh' = N'\rho gh; \qquad \text{d'où} \qquad N' = \frac{h'}{h}.$$

D'autre part, le débit $mh\sqrt{2gh}$ y est, comme on sait, $h'\sqrt{2g(h - h')}$, avec h' décroissant (suivant le niveau d'aval) depuis h jusqu'à la limite, $\frac{2}{3}h$, qui rend le débit maximum.

Donc il vient alors

$$m = N'\sqrt{1 - N'}. \tag{3}$$

III. Or, la forme (2) montre que toutes les courbes de la famille (ou enveloppées) se terminent, du côté des N' positifs et quant à leurs ordonnées m positives, au point ($N' = 1$, $m = 0$) où elles coupent perpendiculairement l'axe des abscisses N'. L'une d'elles se réduit à une parabole ayant cet axe comme axe de symétrie : la valeur de k y est celle qui, excédant zéro, annule le coefficient de $1 - N'$ dans l'expression entre crochets de (1) : elle

égale $1+\sqrt{5}$. Mais cette valeur se trouve, comme on voit, bien au delà de toutes celles qu'il y a lieu de considérer dans la question physique.

L'ordonnée m maximum de chaque enveloppée se produit pour l'abscisse N' donnant $\frac{dm}{dN'}=0$. On obtient, pour ce point d'ordonnée maxima,

$$1-N'=\frac{2+k}{3(2k^2+k^3-\frac{1}{2}k^4)},\qquad m=\frac{k(2+k)\log k}{3\sqrt{3}(k^2-1)}\sqrt{\frac{2+k}{2k^2+k^3-\frac{1}{2}k^4}}.$$

Par exemple,

$$(\text{pour } k=1)\qquad N'=\frac{3}{5}\qquad \text{et}\qquad m=\frac{1}{\sqrt{10}}=0,31623.$$

Cette ordonnée m maximum de chaque enveloppée est, d'ailleurs, plus petite que l'ordonnée m de l'enveloppe correspondant à la même abscisse N'; car celle-ci est encore représentée par la formule générale (1), mais où k reçoit, pour N' pareil, la valeur rendant m le plus grand possible.

Ainsi l'enveloppe passe, au moins entre $N'=-\infty$ et $N'=0,8$, au-dessus des enveloppées, dont deux se croisent, par suite, en chaque point voisin de l'enveloppe et situé au-dessous d'elle. L'équation (1), où l'on regarderait comme inconnue le paramètre k, y a donc alors deux racines réelles distinctes, qui deviennent égales sur l'enveloppe et imaginaires au delà.

IV. Comme l'enveloppe a, de $N'=-\infty$ à $N'=0,8$, ses ordonnées m décroissantes, l'élément des enveloppées commun avec elle appartient à la portion des courbes comprise entre leur ordonnée maximum et le point final ($N'=1$, $m=0$), c'est-à-dire à la partie descendante. Leur première partie, celle qui monte, n'est donc pas utilisée pour la construction de l'enveloppe.

Enfin, nulle part ailleurs que pour $N'=1$ et $m=0$, l'enveloppe, même construite en entier, bien au delà de la limite $N'=0,8$ de son emploi dans la question physique, n'offre de tangente verticale, parallèle à l'axe des ordonnées m; car les enveloppées n'ont pas d'autre élément vertical, où devienne infinie la dérivée $\frac{dm}{dN'}$, que le dernier, aboutissant au point ($N'=1$, $m=0$) commun à toutes.

V. Les courbes (1) correspondant aux petites valeurs de k, ou dont l'ordonnée positive m reste voisine de zéro, sauf du côté des fortes abscisses N' négatives, méritent une étude particulière, en raison de leur analogie avec la courbe assez simple (3) propre au déversoir de Belanger.

Renversons le sens des abscisses positives et prenons pour origine le point ($N' = 1$, $m = 0$) commun à toutes nos courbes, en appelant N'' notre nouvelle abscisse $1 - N'$. La relation (1) deviendra

$$(4)\qquad m = \frac{k \log k}{2(k^2 - 1)}\left[(2 + k) - k^2\left(2 + k - \frac{k^2}{2}\right)N''\right]\sqrt{N''}.$$

D'ailleurs, dans la nouvelle équation, $m = (1 - N'')\sqrt{N''} = N''^{\frac{1}{2}} - N''^{\frac{3}{2}}$, caractérisant le déversoir de Belanger, remplaçons, pour plus de clarté, l'abscisse N'' par X et l'ordonnée m par Y, de manière à avoir

$$(5)\qquad Y = (1 - X)\sqrt{X}.$$

Puis établissons une correspondance, point par point, entre deux courbes à coordonnées respectives (N'', m) et (X, Y) en posant

$$(6)\qquad X = k^2 N'', \qquad m = \left(1 + \frac{k}{2}\right)\left(\log\frac{1}{k}\right)\frac{Y}{1 - k^2}; \qquad \text{d'où} \qquad N'' = \frac{X}{k^2}.$$

La substitution de ces dernières valeurs à m et à N'' dans (4) donnera

$$(7)\qquad Y = \left[1 - \left(1 - \frac{k^2}{4 + 2k}\right)X\right]\sqrt{X},$$

relation qui, pour k^2 infiniment voisin de zéro, se réduit à (5).

Donc, lorsque le paramètre k devient assez petit, ou que la courbure des filets fluides inférieurs est grande dans la section contractée, cas dont approchent les nappes adhérentes, la courbe (4) prend des allures analogues à celles qu'elle aurait dans le déversoir de Belanger.

Les deux dernières relations (6) montrent que, pour ces courbes correspondant à k^2 très petit, les nouvelles abscisses N'' qui rendent X et, par suite, Y, sensibles, sont très grandes, de l'ordre de $\frac{1}{k^2}$, et qu'alors les ordonnées m sont grandes aussi, mais seulement de l'ordre, incomparablement moindre, de $\log\frac{1}{k}$.

Le maximum de m, pour N' ou N'' variables, correspond à celui, $\frac{2}{3\sqrt{3}}$, de Y dans (5), et à $X = \frac{1}{3}$ ou à $N'' = \frac{1}{3k^2}$. Il égale $\frac{1}{3\sqrt{3}}\,\frac{2 + k}{1 - k^2}\log\frac{1}{k}$, et son rapport à N'' est la quantité très petite $\frac{2 + k}{\sqrt{3}}\,\frac{k^2}{1 - k^2}\log\frac{1}{k}$.

On reconnaît assez facilement que, sauf erreur *relative* négligeable, le maximum de m, *considéré comme fonction de k*, ne se distingue pas alors du précédent, ou qu'il correspond encore à $X = \frac{1}{3}$ et à $Y = \frac{2}{3\sqrt{3}}$.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Détermination de l'heure, sur terre et sur mer, à l'aide de la télégraphie sans fil.* Note de M. **Bouquet de la Grye.**

La question de la détermination des longitudes date en mer des essais de navigation hauturière et à terre du tracé des premières Cartes.

Il y a deux siècles, on l'a envisagée comme liée à la construction des montres marines, et des progrès remarquables ont été réalisés dans la régularité de leur marche, tant en Angleterre qu'en France.

On a invoqué aussi l'aide des données astronomiques, en remarquant que notre satellite peut être considéré comme une aiguille d'une horloge céleste ayant une marche vingt-huit fois plus lente que celle de nos chronomètres et dont l'observation peut donner l'heure d'un premier méridien.

La *Connaissance des Temps* fournit pour cela les positions de la Lune d'heure en heure et donne des Tableaux de culminations lunaires et des séries d'occultations d'étoiles. En mer, en général, on se contente de comparer l'heure emportée d'un premier méridien à l'heure locale provenant d'une observation astronomique; mais cette heure emportée est rarement exacte, d'où une incertitude sur la position du navire et l'occasion de nombreux naufrages.

La télégraphie sans fil, dont les résultats sont déjà si remarquables, ne peut-elle à la fois fournir, soit à terre, soit en mer, et cela sur toute la surface du globe terrestre, cette heure d'un premier méridien?

Les signaux hertziens partis de la Tour Eiffel peuvent actuellement arriver à 2000^{km}, et l'on estime qu'en augmentant l'énergie électrique ce chiffre pourrait être doublé et au delà.

Or, *a priori*, on peut croire qu'en substituant à cette Tour Eiffel, haute de 300^{m}, le pic de Ténériffe, dont l'altitude est de 3710^{m} et qui aurait une antenne allant à la mer de 14^{km}, on décuplerait facilement la distance réalisée actuellement, c'est-à-dire que les signaux iraient jusqu'aux antipodes.

Il ne s'agit pas, disons-le tout de suite, de créer un centre de correspondance télégraphique mondial, mais uniquement de signaux spéciaux, d'une

intensité exceptionnelle, qui seraient envoyés une fois par jour, donnant l'heure d'un premier méridien.

Ils feraient l'effet du coup de canon du Palais-Royal pour le quartier qui l'avoisine. Cet envoi d'une onde faisant le tour de la Terre ne doit pas étonner, puisque nous avons pu déceler sur les feuilles des marégraphes du cap Horn, de Colon et de la rade de l'île d'Aix la trace de l'onde produite par l'éruption du Krakatoa, dénotant la vitesse de propagation dans l'océan Indien et dans l'océan Atlantique (1).

Ce signal horaire spécial devrait être envoyé à minuit pour que les rayons solaires ne viennent perturber l'onde avant qu'elle ait fait, dans les deux sens, la moitié de la circonférence de la Terre; en outre, ce signal devrait être internationalisé, c'est-à-dire unique, car, s'il était lancé à la fois ou successivement de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne, pour ne citer que les États de l'Europe occidentale, on arriverait à une véritable confusion.

La possibilité de l'envoi de ce signal mondial a été acceptée aussi bien par le président de la Commission de télégraphie sans fil, M. Becquerel, que par l'amiral Gaschard, chef du Service technique à la Marine, et qui dirige les communications avec le Maroc; mais ce dernier estime même inutile d'avoir recours au pic de Ténériffe.

Quoique la pente moyenne entre le pic et la mer soit réduite à 13°30′, il croit que la montagne elle-même serait une gêne pour la transmission des ondes, et il estime qu'une plage d'une longueur de 6^{km} éloignée de toute montagne se prêterait mieux à l'envoi d'un signal mondial.

En utilisant la plage de Guetn'dar au Sénégal, dans une région des alizés, on se trouverait dans des conditions favorables sous tous les rapports.

L'emploi des signaux hertziens donnerait une grande sécurité à la navigation; il supprimerait à terre tous les longs calculs de longitude et ajouterait un nouveau bienfait à ceux que l'humanité doit à un homme de génie.

Comme conclusion d'ordre pratique, on pourrait commencer à la Tour Eiffel, en utilisant les installations actuelles, l'envoi à minuit temps moyen de Paris d'un signal, mais il faudrait augmenter dans une grande proportion l'énergie de l'onde électrique et multiplier les antennes.

---

(1) L'onde aérienne produite par cette explosion a été enregistrée sur toutes les feuilles des baromètres des Observatoires.

Cette heure envoyée serait alors perçue sur toute la surface de l'océan Atlantique, où la navigation est la plus intense et la plus difficile.

Cette expérience montrerait mieux les conditions d'une installation mondiale.

Il me paraît utile d'envoyer un vœu dans ce sens au Ministre de la Marine.

Sur la proposition de M. le **Président**, l'examen de ce vœu est renvoyé à une Commission composée de MM. les Membres des Sections d'Astronomie, de Géographie et Navigation et de Physique, auxquels MM. Darboux, Poincaré et Cailletet sont priés de s'adjoindre.

SISMOLOGIE. — *Le tremblement de terre du* 26 *mars* 1908 (Chilapa, Mexique), *enregistré à Paris*. Note de M. **G. Bigourdan**.

Ce tremblement de terre a été enregistré (1) à l'Observatoire de Paris par le sismographe Milne, à deux pendules horizontaux, qui ont oscillé l'un et l'autre; mais un seul a donné une inscription suffisante : c'est le pendule droit, dirigé du Nord au Sud, et d'après lequel les mouvements se sont produits aux heures (2) suivantes dans la nuit du 26 au 27 mars 1908.

La phase *initiale* a débuté d'une manière à peu près subite à $23^h 25^m 20^s$ et sa première section (I_1) s'est prolongée jusqu'à $23^h 35^m 50^s$. Alors a commencé sa seconde section (I_2) qui s'est terminée à $23^h 56^m 0^s$ et pendant laquelle se sont manifestées quatre secousses importantes qui ont commencé respectivement à $23^h 36^m 0^s$, $23^h 41^m 40^s$, $23^h 47^m 30^s$, $23^h 52^m 30^s$.

A $23^h 56^m 0^s$ a commencé la phase *principale*, pendant la première partie de laquelle les mouvements étaient si grands que le pendule allait buter contre ses arrêts. Ces oscillations de grande amplitude ont duré pendant 13 minutes, puis les mouvements se sont éteints peu à peu pour finir vers $2^h 30^s$.

Déjà une petite secousse avait été enregistrée la veille, à $19^h 48^m$, et deux autres se sont produites dans la matinée du 27 : l'une, assez faible, a été enregistrée à $4^h 22^m$, et l'autre, plus forte, de $4^h 40^m$ à $4^h 50^m$; les mouvements plus faibles qui ont suivi celle-ci ont cessé de se marquer vers $5^h 30^m$.

---

(1) Le fonctionnement de l'appareil est surveillé par M. Guénaire.

(2) Toutes les heures sont données en temps moyen de Paris, et comptées de 0^h à 24^h à partir de minuit.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Manuscrits d'Évariste Galois* (27 dossiers), inventoriés par M. **J. Tannery** et conservés à la Bibliothèque de l'Institut de France sous cette cote : Mss. N. S., t. CVIII.

Dossier 1. — Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux [*Œuvres* (¹), p. 33]. Texte autographe du Mémoire présenté à l'Académie.

Dossier 2. — Lettre à Auguste Chevalier du 29 mai 1832 (*Œuvres*, p. 25).

Dossier 3. — Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux. Copie par Chevalier. Épreuves du *Journal de Liouville*.

Dossier 4. — Des équations primitives qui sont solubles par radicaux (*Œuvres*, p. 51). Texte de Galois.

Dossier 5. — Des équations primitives qui sont solubles par radicaux. Copie par Chevalier.

Dossier 6. — Feuille contenant une première rédaction de la proposition I du Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 2ᵉ série, t. XXX, 1906, p. 236) (M.) (²), p. 11.

Dossier 7. — Rédaction primitive de la proposition V du Mémoire sur les conditions de résolubilité... (*Œuvres*, p. 42).

Dossier 8. — Fragment déchiré (*Bulletin*, t. XXX, p. 241) (M.), p. 17.

Dossier 9. — Discours préliminaire. Texte de Galois et copie par Chevalier (*Bulletin*, t. XXX, p. 245) (M.) A, p. 21.

Dossier 10. — Chemise pour « deux Mémoires d'Analyse pure... » (*Bulletin*, t. XXX, p. 247) (M.) B, p. 23.

Dossier 11. — Préface pour « deux Mémoires d'Analyse pure... ». Texte

(¹) *Œuvres mathématiques d'Évariste Galois*, publiées par la *Société mathématique*, Paris, Gauthier-Villars, 1897.

(²) *Manuscrits d'Évariste Galois*, Paris, Gauthier-Villars, 1908.

de Galois et copie par Chevalier (*Bulletin*, t. XXX, p. 255), publié en partie seulement (M.) C, p. 25.

Dossier 12. — Discussions sur les progrès de l'Analyse pure : « Il serait en dehors de la gravité... ». Texte de Galois et copie par Chevalier (*Bulletin*, t. XXX, p. 259) (M.) D, p. 28; E, p. 30.

Dossier 13. — « Ici comme dans toutes les Sciences... » (*Bulletin*, t. XXX, p. 262) (M.) F, p. 31.

Dossier 14. — « Sciences. Hiérarchie. Écoles ». (*Bulletin*, t. XXX, p. 263) (M.) G, p. 32.

Dossier 15. — Fragments sur la théorie des permutations et des équations (*Bulletin*, t. XXX, p. 280 et 284) (M.) H, p. 39; I, p. 43.

Dossier 16. — Fragment se rapportant à la proposition I du Mémoire sur la résolubilité (*Bulletin*, t. XXXI, p. 286) (M.) J, p. 45.

Dossier 17. — Fragments sur la théorie des équations (*Bulletin*, t. XXXI, p. 290 et 292) (M.) K, p. 49; L, p. 51.

Dossier 18. — Note sur les équations non primitives (*Bulletin*, t. XXXI, p. 293); cf. *Œuvres*, p. 11 (M.) M, p. 52.

Dossier 19. — Addition au Mémoire sur la résolution des équations. Énoncé arithmétique (*Bulletin*, t. XXXI, p. 294); cf. *Œuvres*, p. 11 (M.) N, p. 53.

Dossier 20. — Sur la division des fonctions elliptiques (*Bulletin*, t. XXXI, p. 296) (M.) O, p. 55.

Dossier 21. — Sur l'intégration des équations linéaires (*Bulletin*, t. XXXI, p. 301) (M.) P, p. 60.

Dossier 22. — Sur les surfaces du second degré (*Bulletin*, t. XXXI, p. 304) (M.) Q, p. 63.

Dossier 23. — Sur les intégrales eulériennes (*Bulletin*, t. XXXI, p. 276) (M.), p. 34.

Dossier 24. — Fragments et calculs divers (inédits) dont la plupart se rapportent à la théorie des fonctions elliptiques : Fragment sur la théorie des nombres. Théorème d'Abel. Équations aux dérivées partielles du premier ordre.

Dossier 25. — Cahier où quelques pages sont de Galois (M.), p. 36.

Dossier 26. — Manuscrits de Galois provenant de M. Hermite (donnés à M. Hermite par M. Richard). Donnés par M. Émile Picard (M.), p. 63.

Dossier 27. — Manuscrits de Joseph Liouville trouvés avec les papiers de Galois. La Lettre d'Alfred Galois à Jacobi.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les propriétés lécithinophiles du bacille tuberculeux et de la tuberculine.* Note de MM. **A. Calmette**, **L. Massol** et **M. Breton**.

Lorsqu'on met en présence *in vitro* du venin de cobra et des hématies de bœuf, de cheval, de lapin, d'homme, etc., préalablement débarrassées du sérum par plusieurs lavages à l'eau salée physiologique, on constate qu'il ne se produit pas d'hémolyse (1), tandis que celle-ci se manifeste en quelques minutes dès qu'on ajoute au mélange un peu de sérum de cheval ou de chien préalablement chauffé à 58°, ou bien, suivant les indications de P. Kyes, un peu de lécithine (2).

Les travaux ultérieurs de P. Kyes et Hans Sachs, puis de H. Noguchi ont établi que seuls les sérums qui renferment de la lécithine ou des acides gras, ou des savons, sont capables d'activer le venin, c'est-à-dire de le rendre hémolytique; mais l'action activante des acides gras et des savons est empêchée par l'addition d'une dose convenable de chlorure de calcium au sérum, tandis que celle de la lécithine ne l'est pas.

En étudiant ces propriétés activantes des divers sérums à l'égard des venins de serpents, notre attention a été attirée sur plusieurs faits qui nous paraissent ouvrir une voie nouvelle et intéressante aux investigations relatives à la tuberculose.

Nous avons constaté tout d'abord que les bacilles tuberculeux possèdent une affinité très particulière pour la lécithine. Cette affinité est mise en évidence par l'expérience suivante :

Dans une série de tubes à essais A, A', A'', ... mettons 1^{cm^3} d'une émulsion de bacilles tuberculeux frais (origine bovine, correspondant à 5 pour 1000 en poids de bacilles secs) en présence de quantités variables de lécithine [$0^{cm^3},4$ à 1^{cm^3} de solution

(1) Calmette, *Comptes rendus*, 16 juin 1902.
(2) *Berlin. Klin. Woch.*, 1902, nos 38-39; 1903, nos 2-4, 42-43.

à 1 pour 10000 ([1])]. Laissons en contact pendant 2 heures à l'étuve à 37°, puis ajoutons à chaque tube 1^{cm^3} d'émulsion à 5 pour 100 d'hématies de cheval lavées, et $0^{cm^3},5$ d'une solution de venin de cobra à 1 pour 5000. Des tubes témoins B, B′, B″, ... reçoivent les mêmes quantités de lécithine + hématies + venin. D'autres tubes témoins C, C′ reçoivent des bacilles tuberculeux + hématies + venin sans lécithine.

En moins de 30 minutes, l'hémolyse est complète dans tous les tubes B, B′, B″, ... Elle est nulle, même après 18 heures, en C, C′; nulle également dans les tubes de la série A où les bacilles tuberculeux étaient restés en contact avec $0^{cm^3},4$, $0^{cm^3},5$, $0^{cm^3},6$ de solution de lécithine. Dans les autres tubes de la série A, contenant $0^{cm^3},7$ ou davantage de lécithine, les hématies sont hémolysées.

La même expérience est répétée en remplaçant les bacilles tuberculeux frais par des bacilles secs non chauffés, par des bacilles chauffés à 120°, par une solution de tuberculine à 0,5 pour 100 ou à 5 pour 100 précipitée par l'alcool à froid, et enfin par le bouillon de culture sans bacilles.

On trouve alors que les bacilles secs sont tout aussi avides de lécithine que les bacilles frais, mais que, par contre, les bacilles stérilisés à 120° perdent presque complètement leur activité initiale (hémolyse avec $0^{cm^3},5$ de lécithine). La tuberculine préparée à froid dévie également la lécithine et l'empêche d'agir sur le venin jusqu'à la dose maxima de 4^{cm^3} (de solution à $\frac{1}{10000}$) pour 1^{cm^3} de solution de tuberculine à 5 pour 100. La même tuberculine stérilisée à 120° est beaucoup moins avide. Le bouillon de culture, sans bacilles et sans tuberculine, ne l'est pas du tout.

En présence de ces résultats et de la constatation que nous avions faite précédemment des propriétés activantes à l'égard du venin, manifestées par les seuls sérums qui renferment de la lécithine capable d'activer le venin (cheval, chien, rat), nous avons aussitôt pensé à étudier comparativement la manière dont se comportent les différents sérums d'animaux ou d'hommes sains, d'animaux ou d'hommes tuberculeux, soit vis-à-vis du venin seul, soit après contact préalable avec une émulsion de bacilles tuberculeux + venin.

Les séries d'expériences ainsi effectuées nous ont permis d'établir les faits suivants :

1° Les sérums qui renferment de la lécithine, soit qu'on les ait chauffés à 58°, soit qu'on ait annihilé, par l'addition d'une quantité suffisante de chlorure de calcium, l'action des acides gras activants qu'ils contiennent à

---

(1) La solution de lécithine se prépare en dissolvant 1^g de lécithine dans 100^g d'alcool méthylique pur. On prend 1^{cm^3} de cette dilution qu'on porte dans 9^{cm^3} d'eau salée à 0,85 pour 100, et l'on fait une seconde dilution de 1^{cm^3} du précédent mélange dans 9^{cm^3} d'eau salée. Cette dernière dilution au *dix-millième* est utilisée pour la réaction.

l'état frais, révèlent la présence de cette lécithine par l'aptitude qu'ils confèrent au venin de cobra d'hémolyser les hématies lavées.

2° On peut titrer approximativement la quantité de lécithine contenue dans les sérums en mesurant les quantités de sérum qui sont capables d'activer un poids déterminé de venin.

3° La lécithine des sérums activants peut être déviée ou fixée soit par les bacilles tuberculeux ajoutés en quantité suffisante, soit par les solutions de tuberculine préparées à froid, de telle sorte que, lorsque ces sérums ont été mis pendant un temps convenable en présence des bacilles ou de la tuberculine, ils perdent la propriété d'activer le venin (5^{mg} de bacilles pesés à l'état sec peuvent fixer $0^{g},0001$ de lécithine, soit 2 pour 100 de leur poids).

4° Les sérums d'hommes ou d'animaux *tuberculeux* (non cachectiques) renferment une proportion importante de lécithine décelable par la réaction qui précède, alors que les sérums d'hommes ou d'animaux de mêmes espèces, *sains,* n'en renferment pas. Dans nos expériences, jamais le sérum des nouveau-nés sains, non plus que celui des veaux, ne s'est montré, après 1 heure de chauffage à 58°, capable d'activer le venin. Il en est de même pour les sérums des bovidés adultes qui ne réagissent pas à la tuberculine et pour celui d'hommes ou de porcs *sains.* Tous ces sérums, chauffés à 58°, sont *inactifs.*

Par contre, les sérums d'homme ou de bœuf *tuberculeux,* également chauffés à 58°, activent le venin, et la lécithine qu'ils renferment peut être déviée *in vitro* par les bacilles tuberculeux ([1]).

5° Chez les espèces animales dont le sérum se montre incapable, après 1 heure de chauffage à 58°, d'activer le venin de cobra, il paraît y avoir une relation étroite entre l'infection tuberculeuse et la mise en liberté de lécithine dans le sang circulant.

L'affinité si manifeste des bacilles tuberculeux et de la tuberculine (surtout préparée à froid) pour la lécithine joue probablement un rôle essentiel dans la réaction générale fébrile et dans les réactions locales de la peau ou des muqueuses (cuti et ophtalmo-réaction) qui apparaissent après les injections sous-cutanées ou les instillations de tuberculine sur les muqueuses : on constate en effet que, lorsqu'une solution de tuberculine précipitée à froid

([1]) Les sérums de sujets syphilitiques, nouveau-nés ou adultes, renferment également de la lécithine, mais sous un état différent, car les bacilles tuberculeux ne peuvent la fixer : ils activent pourtant le venin de cobra comme le sérum des sujets tuberculeux.

a été laissée en contact à l'étuve pendant quelques heures avec un sérum de cheval ou de chien préalablement chauffé 1 heure à 58° et riche en lécithine, de telle sorte que, dans le mélange, il reste encore, après fixation, un excès de lécithine capable d'activer le venin, la tuberculine ainsi traitée n'est plus capable de provoquer l'ophtalmo-réaction; cependant sa toxicité ne semble pas diminuée, car 1^{mg} de cette tuberculine saturée de lécithine tue le cobaye sain par inoculation intracérébrale.

C'est peut-être à cette affinité pour la lécithine des cellules nerveuses qu'il faut attribuer les accidents si caractéristiques de la méningite tuberculeuse et aussi la toxicité de la tuberculine pour les animaux sains lorsque cette substance est introduite directement dans le cerveau, tandis que la tuberculine est inoffensive pour ces mêmes animaux sains lorsqu'on l'introduit sous la peau, ou dans le péritoine, ou dans les veines. Nous poursuivons nos recherches en vue d'élucider cette question.

M. **Simon Newcomb** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *A search for fluctuations in the sun's thermal radiation through their influence on terrestrial temperature.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie pour la Chaire de Géométrie appliquée aux Arts, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers par le décès de M. *Laussedat.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 45,

M. Bricard obtient. . . . . 40 suffrages
M. Adam » . . . . 5 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 38,

M. Adam réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et

de l'Industrie comprendra :

En première ligne . . . . M. **Bricard**
En seconde ligne . . . . M. **Adam**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome X de la *Flore de France*, par G. Rouy, J. Foucaud, E.-G. Camus et N. Boulay, continuée par G. Rouy. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'état actuel du problème de la dispersion des rayons lumineux dans les espaces interstellaires. Premier essai d'application à des déterminations provisoires de distances stellaires.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

I. Les résultats annoncés par M. Tikhoff dans sa Note du 16 mars (ce Volume, p. 570) constituent une confirmation qualitative, très précieuse et indépendante, de la conclusion à laquelle m'avaient conduit, de mon côté, mes observations d'Algol et de λ Taureau (ce Volume, p. 266 et 383), à savoir : que la lumière qui nous vient de ces étoiles paraît subir dans l'espace céleste une dispersion dont le sens est le même que celle des milieux réfringents ordinaires.

Que si l'on considère l'état actuel de la question, on voit que, jusqu'ici, deux méthodes entièrement distinctes ont fourni des résultats positifs encourageants :

1° L'une d'elles, qui est une *méthode photométrique*, consiste en principe, je le rappelle, à produire, à l'aide d'écrans colorés, une série d'images monochromatiques d'une étoile variable à courte période, et à déterminer photométriquement leurs courbes de lumière respectives, de manière à mettre en évidence tout décalage relatif de ces courbes.

La priorité de cette méthode et de la publication des premiers résultats obtenus par son moyen m'appartient par mon pli cacheté reçu par l'Académie des Sciences à la séance du 16 février 1906 et ouvert le 10 février 1908, et par mes Notes aux *Comptes rendus* des 10 et 24 février 1908 (*loc. cit.*). Je

me plais d'ailleurs à reconnaître que c'est d'une manière tout à fait indépendante que M. Tikhoff a, par l'application du même principe aux étoiles RT Persée et W Grande Ourse, obtenu les résultats communiqués dans sa Note du 16 mars 1908.

Nous avons d'ailleurs, M. Tikhoff et moi, réalisé expérimentalement le principe de cette méthode au moyen de dispositifs très différents, et qui se complètent heureusement, comme je l'indiquerai ci-dessous.

Je désignerai cette méthode en l'appelant *méthode des images monochromatiques*.

2° Un autre procédé qui constitue une *méthode spectroscopique*, et qui appartient en propre à M. Tikhoff, avait été, ainsi qu'il ressort de sa Note (*loc. cit.*), appliqué par M. Bélopolsky, puis par lui, à l'étoile double spectroscopique β Cocher (qui n'est pas une étoile variable). Elle consiste à mesurer les spectrogrammes d'une étoile de ce type, en utilisant deux raies situées en des régions différentes du spectre, de manière à manifester toute différence entre les deux courbes de vitesses radiales; nous la désignerons en l'appelant *méthode des vitesses radiales*.

II. Bien que la grandeur du décalage trouvé par ce procédé avec l'étoile β Cocher ne soit, d'après M. Tikhoff, que de l'ordre des erreurs de mesure, on peut considérer comme particulièrement démonstratif le fait que ce décalage est dans le même sens que celui qu'ont fourni les étoiles β Lyre, λ Taureau, RT Persée et W Grande Ourse par la *méthode des images monochromatiques*.

Quoiqu'elle ait l'inconvénient d'exiger de très puissants instruments, et même avec ceux-ci des poses très longues excluant une grande précision, d'être quelque peu moins exacte et moins simple que la *méthode des images monochromatiques*, et de n'être applicable à l'heure actuelle qu'à un nombre très restreint d'objets célestes, la *méthode des vitesses radiales* offre le précieux avantage de ne point faire double emploi avec celle-là, étant distincte dans son objet : elle est basée, en effet, sur l'étude de *variations de vitesse*, tandis que celle-là étudie des *variations d'éclat*, c'est-à-dire que chacune est applicable à une catégorie bien déterminée d'objets célestes. La *méthode des images monochromatiques* échappe d'ailleurs aux inconvénients précédents.

Comparons maintenant les dispositifs expérimentaux au moyen desquels nous avons respectivement, M. Tikhoff et moi, réalisé la *méthode des images monochromatiques :* je rappelle que le mien consiste à juxtaposer à l'étoile observée une étoile artificielle d'éclat modifiable et réglable à volonté,

grâce à des nicols gradués, et à faire les mesures en réalisant l'égalité d'éclat de deux astres observés simultanément à travers les écrans colorés; le dispositif de M. Tikhoff consiste à photographier l'étoile observée à travers les divers écrans et à étudier ensuite sur la plaque, par la méthode des degrés, ses variations. Il a sur le mien l'avantage notable de laisser des documents photographiques, qu'on peut ensuite étudier à loisir; mon dispositif a d'autre part l'avantage de donner immédiatement, par la simple application de la loi de Malus, des courbes de lumière parfaitement comparables; de permettre des mesures également rapides et précises dans les diverses régions du spectre et pour des étoiles d'éclats très différents, et d'éviter les difficultés pratiques et les questions délicates que soulève encore la photométrie photographique stellaire. Les deux procédés, on le voit, se complètent heureusement.

En résumé : *Du fait que les méthodes et les dispositifs, que nous avons employés indépendamment, conduisent, quoique très différents, à des résultats qualitativement semblables, il semble permis d'augurer avec une certaine confiance, et sous réserve des confirmations ultérieures, qu'une dispersion de la lumière se produit réellement dans les espaces célestes et qu'elle y a le même sens que dans les milieux réfringents ordinaires.*

III. Si l'on compare entre eux quantitativement les résultats obtenus avec les cinq étoiles : β Cocher, β Lyre, λ Taureau, RT Persée et W Grande Ourse (et ces résultats ne peuvent, répétons-le, être envisagés que comme provisoires et seulement probables) et qu'on admette pour Algol la parallaxe 0",0556 d'après Pritchard, on en déduit, par des réductions approchées $\left(\text{faites en admettant la loi } n = A + \frac{B}{\lambda^2}\right)$, les distances de ces étoiles à la Terre figurées dans le Tableau suivant :

Étoile.	Longueurs d'onde approximatives entre lesquelles le décalage a été étudié.	Ordre de grandeur de la distance à la Terre.
	μμ μμ	
λ Taureau	450 à 680	180 années de lumière
β Cocher	400 à 450	95 »
Algol	450 à 680	60 »
W Grande Ourse	380 à 625	25 »
RT Persée	430 à 560	15 »

Il sera particulièrement important de reprendre par les procédés habituels la mesure de la parallaxe d'Algol, qui n'est connue jusqu'ici que par

les mesures photographiques assez incertaines de Pritchard, et d'aborder celle des parallaxes des dernières étoiles de ce Tableau, dont l'ordre de grandeur paraît accessible à la précision des méthodes habituelles de l'Astronomie de position.

PHYSIQUE. — *Sur un phénomène attribuable à des électrons positifs, dans le spectre d'étincelle de l'yttrium.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Henri Poincaré.

On sait (¹) que les cristaux et les solutions des sels de terres rares, possédant des spectres d'absorption à bandes fines, manifestent, sous l'influence d'un champ magnétique, un effet de même nature que le phénomène découvert par M. Zeeman dans les spectres des vapeurs. Les nombreux travaux relatifs au phénomène de Zeeman avaient montré que le déplacement des raies d'émission ou d'absorption des vibrations circulaires se produit toujours, pour les spectres des vapeurs et des gaz, dans un même sens, et que ces raies doivent être considérées comme dues à des électrons négatifs. Au contraire, les bandes qui correspondent, dans les spectres des cristaux et des solutions, à l'absorption de vibrations circulaires d'un même sens, se déplacent, les unes d'un côté du spectre, les autres du côté opposé. Comme je l'ai montré il y a deux ans, deux hypothèses peuvent rendre compte de ce fait : on peut, ou bien supposer une inversion du sens du champ magnétique à l'intérieur de certaines régions moléculaires, ou bien admettre que *certaines bandes sont dues à des électrons positifs*.

On a vu que l'invariabilité, à toute température, des changements de fréquence produits par le magnétisme rend sinon tout à fait certaine, du moins extrêmement probable l'existence des électrons positifs (²).

Une très importante généralisation de ces phénomènes vient d'être donnée par M. Dufour (³), qui a étendu les résultats précédents aux spectres de flamme des chlorures et fluorures alcalino-terreux. Les spectres d'émission de ces composés renferment des bandes dont les unes présentent l'effet

(¹) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 1906, 1907 et 1908, et *Le Radium*, février, mars, septembre et novembre 1907 et janvier 1908.

(²) Jean Becquerel, *Le Radium*, janvier 1908, et Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Kon. Ak. Amsterdam*, 29 février 1908.

(³) A. Dufour, *Comptes rendus*, 20 janvier, 3 février, 23 mars 1908.

Zeeman ordinaire et les autres l'effet inverse. Le même phénomène se retrouve pour quelques raies du second spectre de l'hydrogène.

Récemment aussi, M. R.-W. Wood (¹), observant, dans le pouvoir rotatoire magnétique de la vapeur de sodium, des effets analogues à ceux que j'avais obtenus dans les cristaux auprès des bandes d'électrons positifs (²), a conclu à la présence de ces électrons dans la vapeur de sodium.

Je me suis proposé de rechercher si les terres rares, dont l'absorption à basse température avait donné lieu au premier phénomène magnéto-optique attribuable à des électrons positifs, ne manifesteraient pas aussi les mêmes effets dans l'émission à très haute température. J'ai retrouvé ces phénomènes dans le *spectre d'étincelle* de l'yttrium.

Le spectroscope employé est constitué par un réseau plan de Rowland, avec objectif de $1^{m},30$ de distance focale, et autocollimation. L'étincelle *condensée,* de 2^{mm} à 3^{mm} de longueur, est produite au-dessus d'une solution de chlorure ou de nitrate, entre une pointe de platine et l'extrémité d'une mèche de platine traversant la solution. L'étincelle éclate dans un champ d'environ 20000 gauss, fourni par un électro-aimant Weiss muni de pôles tronconiques; l'un de ces pôles est percé d'une ouverture de 3^{mm} permettant d'observer dans le sens du champ.

Ce dispositif a été monté avec le concours de M. Matout, à qui je suis heureux d'adresser mes remercîments.

La lumière émise parallèlement aux lignes de force traverse une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre placé devant la fente du spectroscope et permettant d'observer simultanément les spectres de deux vibrations circulaires inverses. Dans ces conditions, on observe que les raies isolées des terres rares donnent, avec plus ou moins d'intensité, l'effet Zeeman dans le sens habituel, mais avec l'yttrium l'attention est attirée par deux groupes de raies qui n'offrent pas le même aspect que les raies isolées. Ces raies, situées dans l'orangé, ont été observées par Thalén (³), qui les a signalées comme « *bien caractéristiques de l'yttrium* » ; elles ont été depuis étudiées par M. G. Urbain. Ces deux groupes apparaissent, dans un spectroscope à faible dispersion, sous l'aspect de cannelures, mais avec le réseau on observe une série de raies *de forme dissymétrique,* possédant chacune un bord net du côté du violet et un bord plus flou suivi d'une lueur dégradée

---

(¹) R.-W. Wood, *Phil. Mag.*, t. XV, février 1908, p. 274.
(²) Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 31 mai 1906, et *loc. cit.*
(³) Thalén, *Journal de Physique,* t. IV, 1875, p. 33.

du côté opposé; ces raies se succèdent régulièrement à des intervalles de $1^{\mu\mu},6$ à $1^{\mu\mu},8$, croissant légèrement avec la longueur d'onde, et elles diminuent d'intensité des plus petites aux plus grandes longueurs d'onde. Les raies les plus fortes, c'est-à-dire les têtes de séries, ont, d'après Thalén, pour longueurs d'onde $597^{\mu\mu},05$ et $613^{\mu\mu},10$. J'ai observé 8 raies dans le premier groupe et 7 raies dans le second; les dernières raies de chaque groupe sont extrêmement faibles.

Les raies du second groupe ($613^{\mu\mu},10$) *donnent le phénomène de Zeeman dans le sens habituel, tandis que les raies du premier groupe* ($597^{\mu\mu},05$) *présentent le phénomène de sens inverse.* Les décalages sont un peu plus petits que pour les raies D. D'après les premières observations, les changements de fréquence semblent être de même grandeur pour toutes ces raies.

Un autre fait est que, dans chacun des groupes, *la différence des nombres de vibrations, entre deux raies consécutives, est constante.* Une semblable loi de succession avait depuis longtemps été observée ([1]) pour les principales bandes de phosphorescence des sels d'uranyle.

Les observations précédentes suggèrent les remarques suivantes :

1° Le fait nouveau mis en évidence avec l'yttrium montre qu'à la température la plus élevée que nous puissions produire, et *à laquelle on considère généralement les éléments comme séparés,* les phénomènes attribuables à des électrons positifs peuvent encore se manifester.

2° Tandis que dans les cristaux les électrons positifs se rencontrent dans des bandes isolées, dans les vapeurs ils apparaissent surtout dans des séries de raies régulièrement distribuées et d'aspect dissymétrique. Il semble en être aussi de même dans les expériences de M. Wood, qui observe avec la vapeur de sodium un pouvoir rotatoire magnétique négatif d'un seul côté de raies dissymétriques.

3° Il est possible que les électrons positifs, qui n'ont pu être séparés des atomes ni dans les décharges électriques, ni dans les phénomènes de radioactivité, et qui paraissent par suite fortement liés aux atomes, puissent néanmoins acquérir un degré de liberté suffisant pour se manifester dans les phénomènes optiques, grâce aux actions qui s'exercent entre les atomes groupés dans une même molécule. Peut-être aussi la loi de succession des diverses raies d'un même groupe, loi dans certains cas particulièrement simple, contribuera-t-elle à faire comprendre dans quelles conditions se produisent les spectres attribuables à des électrons positifs.

([1]) HENRI BECQUEREL, *Comptes rendus,* t. CI, p. 1252.

PHYSIQUE. — *Sur le nombre des corpuscules dans l'atome.* Note de M. **J. Bosler**, présentée par M. Poincaré.

On sait que tout dernièrement le professeur J.-J. Thomson (¹), à la suite d'expériences exécutées par trois méthodes entièrement différentes, a été amené à modifier sur un point important la théorie atomique actuelle. Le nombre des corpuscules intérieurs à l'atome, qu'on considérait autrefois comme très élevé, serait relativement faible et de l'ordre de grandeur des poids atomiques. Ce résultat, s'il se confirme, modifiera bien des choses. Nous voulons seulement faire ici, entre quelques chiffres, un rapprochement qui nous semble intéressant dans cet ordre d'idées.

Dans un Ouvrage antérieur, *Electricity and Matter*, le professeur Thomson calculait l'énergie potentielle (²) contenue dans 1^g d'hydrogène en admettant 1000 corpuscules par atome : il arrivait à un résultat de l'ordre de 10^{19} ergs. Soient n le nombre inconnu des électrons dans l'atome, e leur charge qu'on admet égale à $3,2.10^{-10}$ U. E. S., N le nombre d'atomes dans 1^g, 10^{24} environ, a le rayon de l'atome 10^{-8}; la charge totale de l'atome est ne et l'énergie à dépenser pour le dissocier est de l'ordre de $\frac{N(ne)^2}{a}$, soit avec nos chiffres $n^2\,10^{13}$ ergs.

Or Curie a trouvé que 1^g de radium rayonne 100^{Cal} par heure ou 876000 par an, et Rutherford admet pour l'atome une vie moyenne T d'environ 1300 ans. L'énergie totale contenue dans 1^g de radium est donc en calories

$$876000\int_0^T e^{-\lambda t}\,dt = 876000\,\frac{1-e^{-\lambda T}}{\lambda},$$

car la masse décroît en fonction exponentielle du temps. Comme d'après Rutherford $\lambda = 6.10^{-4}$ (chiffre correspondant à 1300 ans), l'énergie totale est de l'ordre de 3.10^{16} ergs.

Revenons maintenant au calcul de M. Thomson. Les expériences récentes auxquelles nous faisons allusion ont confirmé, ce qu'on admettait déjà auparavant, que n est proportionnel au poids atomique. Comme N varie en

---

(¹) *Philosophical Magazine*, 1907, et *The Corpuscular Theory of Matter*, Londres, 1907.

(²) J.-J. Thomson, *Electricity and Matter* (Londres, 1905), p. 109.

raison inverse, la quantité d'énergie que peut contenir 1^g de radium est en définitive proportionnelle au poids atomique.

D'autre part, le volume de la sphère positive ([1]), c'est-à-dire celui de l'atome, varie, selon M. Thomson, avec les éléments en fonction du poids atomique : nous pouvons admettre que pour les corps de fort poids atomique, comme le radium, a est le triple de ce qu'il est pour l'hydrogène. On arrive ainsi à estimer l'énergie potentielle de 1^g de radium à une valeur de l'ordre de $\frac{225}{3} \times n^2 10^{13}$ ou de $10^{15} n^2$ ergs.

En comparant ce résultat avec celui de l'observation, on voit que le nombre n des corpuscules dans l'atome d'hydrogène doit être de l'ordre des unités.

En tout cas, il serait extrêmement difficile de lui attribuer la valeur 1700 que suggère la comparaison des valeurs de $\frac{e}{m}$ chez l'électron et chez l'atome, jointe à l'idée que la masse de l'atome provient uniquement de ses corpuscules.

Dans notre calcul, nous admettons implicitement que les particules α (qui forment, on le sait, la presque totalité du rayonnement énergétique) n'ont elles-mêmes qu'une énergie potentielle négligeable. Cela résulte de ce que, si l'atome de radium se désagrège en p parties, celles-ci ont un poids atomique $\frac{225}{p}$ et leur énergie totale est de l'ordre de celle du radium multipliée par $p\frac{1}{p^2}$ ou $\frac{1}{p}$. Rappelons à ce propos que Rutherford exprime l'opinion que les particules α seraient des atomes d'hélium : p serait alors égal à 55.

PHYSIQUE. — *Détermination du facteur d'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'acide chlorhydrique.* Note de M. **E. Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

Pour mesurer les facteurs d'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'acide chlorhydrique, on peut employer des électrodes soit en argent, soit en mercure purs.

Avec une *anode en argent*, les phénomènes sont très simples : tout au début, le volume de l'oxygène gazeux recueilli est un peu trop faible, car une

([1]) *The Corpuscular Theory of Matter*, p. 165.

partie de ce corps reste fixée sur l'argent sous forme d'oxyde brun. Mais au bout d'un certain temps, lorsque cette couche d'oxyde d'argent a atteint une épaisseur qu'elle ne semble pas pouvoir dépasser, le dégagement d'oxygène gazeux augmente et prend un régime constant.

Le chlore se fixe sur l'anode sous forme de chlorure d'argent, et si l'on opère avec précaution, c'est-à-dire avec de faibles courants, la liqueur ne contient aucune trace de chlore libre, ni de composés oxygénés de chlore.

Exemple. — Dans l'expérience suivante, les lectures ont été faites de 5 minutes en 5 minutes. Les volumes ont été ramenés à 0° et à 760mm.

TABLEAU I.

Temps.	Volumes V d'hydrogène.	Volumes v d'oxygène.	Rapports $\frac{v}{V}$.
°	cm³	cm³	
5	3,88	0,96	0,247
10	4,01	1,09	0,272
15	3,90	1,11	0,285
20	3,92	1,25	0,319
25	3,87	1,25	0,323
30	3,86	1,27	0,328
35	3,96	1,31	0,331
40	3,98	1,32	0,332
45	3,90	1,27	0,325
50	3,90	1,31	0,335
55	3,90	1,29	0,330
60	3,95	1,31	0,331
65	3,92	1,31	0,333
70	3,94	1,31	0,332
75	3,95	1,31	0,331
80	3,93	1,30	0,330
85	3,97	1,31	0,329
90	3,91	1,29	0,331
95	3,90	1,29	0,331
100	3,90	1,28	0,330

Dans les mesures qui font l'objet de cette Note je n'ai recueilli les gaz qu'après 20 minutes de marche de l'électrolyse.

J'ai constaté que, contrairement à ce que l'électrolyse avec des électrodes en platine aurait pu faire supposer, *le rapport de l'oxygène dégagé au volume de l'hydrogène recueilli à la cathode est constant et indépendant de l'in-*

tensité du courant et du titre de la dissolution :

TABLEAU II.

Intensités.	Titres par litre.	Rapports $\frac{v}{V}$
atm		
0,021	5,3	0,329
0,250	5,3	0,332
0,100	10,7	0,328
0,020	10,7	0,333
0,053	55,8	0,332
0,023	1,25	0,332
0,006	1,25	0,331
	Soit, en moyenne......	0,331

Avec une *anode en mercure*, les phénomènes semblent plus simples encore, car tout l'oxygène et tout le chlore électrolysés restent fixés sur l'électrode sous forme d'un mélange d'aspect noirâtre de calomel et de sous-oxyde de mercure. L'augmentation de poids du mercure et le volume de l'hydrogène recueilli à la cathode permettraient de calculer, par la règle des mélanges, le poids de l'oxygène et celui du chlore électrolysés. Malheureusement une partie (légère il est vrai) du sous-oxyde se dissout dans la dissolution et la mesure exacte de l'oxygène devient ainsi incertaine et difficile, car elle exige le dosage du mercure dissous.

Aussi je ne me suis servi de l'anode en mercure que pour faire des expériences de contrôle et pour m'assurer que le dégagement d'oxygène était indépendant de la nature de l'électrode.

Expérience. — Une dissolution contenant $5^{g},3$ pour 100 d'acide chlorhydrique pur m'a donné, avec un courant de $0^{atm},025$, les résultats suivants :

Volume d'hydrogène à 0° sous 760^{mm}..................	$V = 45^{cm^3},27$
Augmentation du poids de l'anode..................	$P = 0^{g},0592$
Mercure dissous....	$p = 0^{g},0093$

D'où l'on calcule :

Sous-oxyde de mercure dissous	$p' = 0^{g},0097$
Poids total de chlore et d'oxygène électrolysés ($P + p'$).	$\pi = 0^{g},0689$

La règle des mélanges donne :

Poids d'oxygène..................................	$0^{g},02198$

Le volume de cet oxygène serait :

A 0° et sous 760^{mm} .... $v = 15^{cm^3},37$

et le rapport

$$\frac{v}{V} = 0,339.$$

Si l'on tient compte des difficultés de ces mesures et des erreurs qu'elles comportent, l'accord de ce rapport avec celui qui a été obtenu avec des électrodes en argent paraîtra aussi satisfaisant.

De ces mesures il résulte que le *facteur d'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'acide chlorhydrique est une constante indépendante de l'intensité du courant et du titre de la dissolution* (et aussi peut-être de la nature de l'anode). Ce facteur est égal à 0,662, c'est-à-dire que 0,662 (soit environ les deux tiers) de l'hydrogène recueilli proviennent de l'électrolyse de l'eau; l'autre tiers (0,338) provient seul de l'électrolyse de l'acide chlorhydrique.

Si l'on admet que l'ionisation des dissolutions est antérieure au passage du courant et que le courant, pour traverser l'électrolyte, utilise les chaînes d'ions qui existent entre les électrodes, il semble qu'on puisse admettre que ces chaînes d'ions sont constituées de la façon suivante :

```
H   H   H   H   H   H   H   H   H   ...
Cl    O    Cl    O    Cl    O       ...
```

ou bien, si l'on admet que l'eau est ionisée seulement en H et OH,

```
H    H    H    H    H    H    H    H    H    ...
Cl   OH   OH   Cl   OH   OH   Cl   OH   OH   ...
```

Dans le premier cas, on aurait 1^{mol} d'eau ionisée pour 1^{mol} HCl également ionisée; on en aurait deux dans le second.

Rien dans les expériences que je viens de rapporter ne permet de décider entre ces deux interprétations schématiques. Cependant, si l'on tient compte de la production d'acide hypochloreux HOCl autour de l'anode, dans l'électrolyse avec électrodes en platine, on serait tenté d'adopter la seconde, car elle permet de mieux comprendre la formation de ce corps.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la densité de vapeur de l'acide propionique.* Note de M. A. Faucon, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. On sait que quelques acides gras normaux ont une densité de vapeur anomale aux environs de leur température d'ébullition; la valeur de la densité de vapeur saturante, trop élevée à ce point, diminue progressivement pour atteindre à une température beaucoup plus élevée la densité de vapeur théorique, donnée par la relation

$$D = \frac{M}{28,95},$$

où D est la densité de vapeur théorique;
M le poids moléculaire du liquide vaporisé;
28,95 le double du rapport de la densité de l'air à celle de l'hydrogène dans le système O = 16.

Afin d'étudier la variation de cette anomalie dans la série homologue nous avons déterminé la diminution de la densité de vapeur de l'acide propionique en fonction de la température.

La méthode employée est celle de Dumas, l'agitation du bain était constante et la flamme réglée de façon que la température à obtenir fût atteinte très lentement, mais sans arrêts.

Comme contrôle nous avons fait une série d'expériences sur l'acide acétique déjà étudié par Cahours [1].

Nous avons trouvé :

T.	D.	Chiffres de Cahours. T.	D.
123°	3,27	125°	3,2
167°	2,88	140°	2,9

Pour l'acide propionique, voici le résultat de nos observations :

T.		D.
148°	1°	3,80
	2°	3,75
152	1°	3,60
	2°	3,58
160		3,39
162		2,98

(1) Cahours, *Comptes rendus*, t. LVI, mai 1863, p. 900.

T.	D.
170°	2,96
180	2,77
190	2,70
210	2,57

La densité de vapeur théorique de $CH^3 - CH^2 - COOH$ est égale à

$$D = \frac{74}{28,95} = 2,55.$$

La molécule de cet acide se dissocie donc graduellement de 140°, sa température d'ébullition, à 210°, pour atteindre au delà sa valeur normale 2,55.

Par extrapolation, ces résultats expérimentaux permettent d'obtenir la densité de vapeur saturante à 140°, valeur égale à 4,0 et le rapport de d', la densité de vapeur expérimentale à la température d'ébullition, à d la densité théorique, est donné par

$$\frac{d'}{d} = \frac{4}{2,55} = 1,56.$$

1,56 est le taux des molécules polymérisées à 140° et, à cette température, la grandeur moléculaire de l'acide proprionique est $(C^3H^6O^2)^{1,56}$.

II. La connaissance de la densité de vapeur saturante à la température d'ébullition nous permet de calculer, d'une façon indirecte, la chaleur de vaporisation de l'acide propionique.

Diverses méthodes ont été proposées dans ce but; toutes peuvent se rattacher aux principes de la Thermodynamique et ne sont autres que l'équation de Clapeyron plus ou moins transformée ou simplifiée.

Par la formule de Clapeyron, nous aurons

$$L = \frac{T}{425}(u' - u)\frac{dp}{dT}. \tag{1}$$

Les données numériques pour l'acide propionique sont :

T, température absolue d'ébullition : $273 + 140 = 413°$;

$\frac{dp}{dT} = 32,1$, calculé à l'aide de la valeur $\frac{df}{dT}$ que nous avons donnée dans une précédente Note [1];

u' est le volume occupé par 1g de vapeur saturante.

---

[1] FAUCON, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 2 mars 1908, p. 470.

Si p est le poids de 1^{cm^3} de vapeur saturante, on aura

$$u' = \frac{1}{p}.$$

Si l'on opère sous la pression normale et à 140°, on a

$$p = \frac{4 \times 0,001\,293}{1 + \alpha 140} = \frac{0,005\,172}{1,5138}$$

et

$$u' = \frac{1}{p} = \frac{1,5138}{0,005\,172} = 292^{cm^3},68.$$

u est le volume occupé par 1^g d'acide liquide; ce volume est généralement négligeable vis-à-vis de u'; si cependant on veut en tenir compte, on aura

$$u = \frac{1}{d},$$

d étant la densité du liquide à la température correspondante.

Nous avons déterminé la densité de l'acide liquide à 130° et, par une variante de la méthode du thermomètre à poids, nous avons déterminé le coefficient de dilatation aux environs de cette température. Nous avons trouvé

$$d_{130} = 0,8567$$

et

$$u = \frac{1}{d_{130}} = \frac{1}{0,8567} = 1^{cm^3},16;$$

le coefficient de dilatation apparente égale 0,00151; le coefficient de dilatation absolue devient 0,00153 et

$$u \text{ à } 140° = 1^{cm^3},16 + 1,16 \times 0,00153 \times 10°,$$

$$u_{140} = 1^{cm^3},18,$$

$$u' - u = 292,68 - 1,18 = 291^{cm^3},50.$$

Introduisant ces différentes valeurs numériques en les exprimant en unités C.G.S. dans la formule (1), on aura

$$L = \frac{413° \times 291^{cm^3},5 \times 32,1}{42500} = 90^{Cal},9,$$

valeur très voisine de $90^{Cal},43$ que nous avons trouvées par l'expérience directe.

III. Une deuxième formule qui est d'une application rapide dans le cas

où l'on connaît le rapport des densités $\frac{d'}{d}$ est celle donnée par Raoult :

$$L = 1,988 \frac{T^2}{M \frac{d'}{d} f} \frac{df}{dT},$$

où

L est la chaleur de vaporisation;
1,988, la différence entre les chaleurs spécifiques moléculaires des gaz parfaits à pression constante et à volume constant;
T^2, le carré de la température absolue d'ébullition;
M, le poids moléculaire du liquide vaporisé;
$\frac{d'}{d}$, le rapport des densités expérimentale et théorique;
f, la pression normale en millimètres;
$\frac{df}{dT}$, la variation de pression entraînant la variation du point d'ébullition de 1° C.

Les données numériques pour l'acide propionique donneront

$$L = 1,988 \frac{\overline{413}^2}{74 \times 1,56 \times 760} \times 23,61,$$
$$L = 91^{\text{Cal}},2.$$

Cette valeur de L se rapproche autant que possible des valeurs déjà données. La dernière méthode employée a l'avantage de mettre en évidence la nécessité de rapporter, dans les formules de Thermodynamique, les chaleurs mises en jeu à la molécule gazeuse occupant $22^{l},32$. M. H. Le Chatelier (¹) avait déjà insisté sur ce point dans son Mémoire sur les équilibres chimiques; dans le cas de l'acide propionique, la chaleur de vaporisation devra être rapportée à $(C^3H^6O^2)^{1,56}$, masse occupant $22^{l},32$ à 140°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le trichlorophénol* OH (1) Cl (2.4.6) *et sa transformation en quinones chlorées*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Armand Gautier.

Le meilleur mode de préparation de ce corps est celui indiqué par Chandelon (²); il consiste à faire réagir sur le phénol une solution d'hypochlorite

(¹) H. Le Chatelier, *Recherches sur les équilibres chimiques*, p. 14.
(²) *Soc. chim.*, t. XXXVIII, p. 123.

de sodium. Ce procédé présente quelques inconvénients : 1° l'emploi de solutions étendues d'hypochlorite (160^{cm^3} pour 1^g de phénol) nécessite la mise en œuvre de très grands volumes de liquide; ils deviennent bientôt exagérés si l'on veut obtenir une quantité un peu importante de produit; 2° cette dilution des liqueurs oblige l'opérateur à prolonger quelquefois pendant près de 2 heures la durée de la réaction; 3° aucun indice ne permet de reconnaître quand la réaction est terminée.

Tous ces inconvénients disparaissent si l'on emploie les solutions d'hypochlorite de sodium qu'on trouve actuellement dans le commerce sous le nom d'*eau de Javel concentrée*. Le mode opératoire est le suivant :

10^g de phénol sont dissous dans 20^g d'eau, à chaud, à l'aide de 10^g de lessive des savonniers. La solution est versée dans 400^{cm^3} d'eau de Javel concentrée, renfermant environ 30^l de chlore actif par litre. La solution, placée dans un ballon, est portée sur un bain-marie bouillant. Quand la température du mélange atteint 75° à 80°, celui-ci se trouble. On retire alors du feu et l'on refroidit rapidement. Souvent il arrive qu'à la température de 80° on observe la formation d'un volumineux dépôt d'aiguilles cristallines. On dissout ce produit par addition d'eau et l'on verse dans le liquide froid une quantité suffisante de solution commerciale de bisulfite de sodium [1] (densité 1,30) jusqu'à ce que, additionné de HCl, ce liquide ne donne plus un précipité rouge, mais bien un précipité blanc caillebotté. Environ 30^{cm^3} de bisulfite sont nécessaires pour atteindre ce but.

L'excès d'hypochlorite étant ainsi décomposé, on précipite le trichlorophénol par un excès de HCl, on bouche incomplètement le ballon et on le porte à nouveau sur le bain-marie. Le trichlorophénol subit la fusion, puis se rassemble au fond du ballon. Après refroidissement, on le trouve solidifié. Le liquide surnageant renferme des cristaux du même produit qu'on peut recueillir et essorer à la trompe. Le trichlorophénol est finalement purifié par distillation en l'entraînant à l'aide de vapeur d'eau, puis fondu sous l'eau.

Dans cette préparation, il est utile de ne pas exagérer l'excès d'hypochlorite qui devra être employé, ce réactif ayant pour effet d'amener la décomposition du trichlorophénol produit.

On évitera cet inconvénient en déterminant tout d'abord, par les méthodes chlorométriques, la teneur en chlore actif de la solution d'hypochlorite employée.

Les cristaux qui se forment quand on chauffe le mélange d'hypochlorite, de lessive de soude et de phénol sont constitués par la combinaison sodique du trichlorophénol, cette combinaison étant moins soluble dans l'eau alca-

---

(1) Chandelon employait la liqueur chlorométrique alcaline de Pénot.

line que dans l'eau pure. La présence du chlorure de sodium en quantité importante dans les liqueurs diminue encore, dans une large proportion, cette solubilité. Les deux expériences suivantes démontrent l'exactitude de cette explication :

1° Si, dans 10^{cm^3} d'eau, on dissout 1^g de trichlorophénol à l'aide d'une quantité suffisante de lessive des savonniers, puis qu'on ajoute un très grand excès de la même lessive, on obtient un volumineux dépôt cristallin.

2° Si, après avoir redissous ce dépôt par addition d'eau, on sature la solution avec NaCl, le liquide se prend en une masse d'aiguilles solidifiant tout le produit.

Le trichlorophénol ainsi obtenu fond, après dessiccation sur SO^4H^2, à 66°-67° (corrigé) (¹).

Quinones chlorées. — Par l'action de NO^3H fumant et bien refroidi sur le trichlorophénol, Faust (²) obtint la dichloroquinone 2.6. Le même corps fut obtenu par Chandelon (*loc. cit.*) en opérant à la température du bain-marie mais avec un acide NO^3H moins concentré.

Si l'on ajoute à l'acide NO^3H (densité 1,41) une petite quantité de HCl, ce n'est plus la dichloroquinone qui prend naissance, mais il se forme un mélange de trichloroquinone et de tétrachloroquinone. Ceci s'explique par l'action à la fois chlorurante et oxydante du mélange acide.

Pour transformer le trichlorophénol en quinones chlorées, on introduit 4^g de ce corps dans un ballon avec un mélange de 20^{cm^3} d'acide NO^3H (densité 1,41) et de 6^{cm^3} de HCl pur. Le ballon est porté sur un bain-marie bouillant. Il se dégage des vapeurs nitreuses et, après 5 à 6 minutes, la réaction est terminée. Il s'est formé un dépôt cristallin jaune constitué par un mélange de quinones chlorées. On verse le tout dans un grand volume d'eau. On fait plusieurs opérations semblables et l'on réunit les produits. L'eau achève la précipitation des quinones chlorées; en même temps, on perçoit l'odeur suffocante de la chloropicrine formée comme produit secondaire.

Les deux quinones chlorées sont séparées par cristallisation fractionnée au moyen de l'alcool à 95°.

La séparation ainsi obtenue n'est du reste pas parfaite, ainsi que l'a déjà observé Graebe (³). La trichloroquinone, qui reste dans les eaux mères,

---

(¹) Chandelon indique 54°, mais son produit, non distillé, devait retenir des impuretés.

(²) *Annalen der Chemie*, t. CXLIX, p. 149.

(³) *Annalen der Chemie*, t. CXLVI, p. 1.

retient toujours un peu de tétrachloroquinone. Inversement, la tétrachloroquinone entraîne toujours, en cristallisant, un peu de trichloroquinone.

Selon Graebe, la trichloroquinone fondrait à 164°-166°. J'ai trouvé un point de ramollissement à 166°, mais la fusion véritable ne s'effectue qu'à 168° (corrigé).

Analyse. — Trouvé : Cl, 50,65; calculé : 50,34.

La tétrachloroquinone obtenue, ou chloranile, présentait toutes les propriétés de ce corps, notamment celle de se volatiliser sans fondre.

Analyse. — Trouvé : Cl, 56,18; calculé : 57,72.

En résumé, l'emploi de NO^3H, seul ou mélangé de HCl, permet de transformer le trichlorophénol soit en dichloroquinone, soit en un mélange de trichloroquinone et de tétrachloroquinone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxyde de styrolène.* Note de MM. **Tiffeneau** et **Fourneau**, présentée par M. A. Haller.

La préparation de cet oxyde, déjà sommairement décrit ici ([1]), consiste à soumettre à froid, à l'action de la potasse caustique pulvérisée, une solution éthérée de l'iodhydrine du styrolène ([2]); après contact suffisant, on sépare par décantation et essorage la liqueur éthérée; après lavage et dessiccation, celle-ci est évaporée; le fractionnement *dans le vide* du résidu fournit, avec un rendement ne dépassant pas 50 pour 100, l'oxyde cherché bouillant vers 82°-86° sous 15^{mm}; on le purifie par une ou plusieurs distillations à la pression ordinaire.

L'oxyde de styrolène bout à 191°-192° (corr.), ou encore vers 84°-85° sous 15^{mm}; $d_0 = 1,0633$, $d_{16°,4} = 1,0523$. Réf. à 16°,4=30°,59; R. M. trouvée : 35,61.

Isomérisation par la chaleur. — Chauffé seul en tube scellé au-dessus de son point d'ébullition, l'oxyde de styrolène reste à peu près inaltéré alors que son homologue disubstitué dissymétrique, l'oxyde d'α-méthylstyrolène $(C^6H^5)(CH^3)-C-CH^2$ (avec O en pont entre C et CH²), se transforme spontanément, par distillation à la pression ordinaire, en aldéhyde hydratropique. Néanmoins, la transformation de l'oxyde de styrolène en aldéhyde correspondante est, comme celle de son homologue, structuralement nécessaire quoique à

([1]) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 1595.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXLV, p. 812.

un moindre degré. En effet, nous avons pu constater que les catalyseurs sont capables de réaliser cette transformation à des températures ne dépassant pas 200°-250°. D'ailleurs, la distillation de l'acide phénylglycidique réalise en définitive le même phénomène, avec cette particularité que la migration de l'hydrogène est favorisée par l'élimination de CO^2.

Isomérisation par les acides. — Les acides dilués à l'ébullition ne transforment pas instantanément l'oxyde de styrolène en aldéhyde phénylacétique; cette transformation est assez lente et l'action de l'acide sulfurique au cinquième à chaud donne comme produit principal l'oxyde diéthylénique correspondant. Ces faits ont permis à l'un de nous ([1]) de montrer que, dans la tranformation du phénylglycol en phénylacétaldéhyde, l'oxyde de styrolène n'est pas le produit intermédiaire.

Hydrogénation. — A une solution éthérée d'oxyde styrolénique placée sur une couche d'eau, on ajoute peu à peu des morceaux de sodium; parmi les produits de la réaction, on a caractérisé l'alcool phényléthylique primaire qui s'est formé en quantité prépondérante (phényluréthane fusible à 81°); parmi les produits de cette réaction qui bouillent au point du méthylphénylcarbinol, il a été impossible de caractériser cet alcool; l'hydrogénation doit donc se formuler

$$C^6H^5-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH^2} \xrightarrow{H^2} C^6H^5-CH^2-CH^2OH.$$

Action des hydracides. — Les hydracides se combinent à l'oxyde de styrolène avec fort dégagement de chaleur en donnant des halohydrines; avec HI l'iodhydrine obtenue déjà décrite ([2]) par l'un de nous, est solide et cristallise dans l'alcool en longues aiguilles soyeuses, fusibles à 79° : $C^6H^5-CHI-CH^2OH$.

L'acide cyanhydrique anhydre réagit différemment; en tube scellé à froid il fournit la cyanhydrine de l'aldéhyde phénylacétique (nitrile β-lactique) et non le nitrile α-phénylhydracrylique; saturé en solution alcoolique par le gaz chlorhydrique, cette cyanhydrine fournit l'éther phénylhydracrylique mélangé d'éther cinnamique; par saponification à l'eau de baryte, on obtient en effet de grandes quantités d'acide cinnamique, tandis que dans les eaux mères l'acide phényllactique a été caractérisé par sa transformation en phénylacétaldéhyde. Le pentabromure de phosphore transforme l'oxyde en bromure de styrolène.

Action des dérivés organomagnésiens. — L'oxyde de styrolène réagit avec les composés organomagnésiens comme l'aldéhyde correspondante, avec formation d'alcools benzyliques

$$C^6H^5-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH^2} \xrightarrow{RMgX} C^6H^5-CH^2-CHOH-R,$$

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 324, en note.
([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 348.

et non normalement, comme nous l'avions précédemment cru ([1]), avec formation d'alcools $C^6H^5 - CHOH - CH^2 - R$, ainsi que cela se passe avec les oxydes analogues, oxyde de propylène ([2]) et épichlorhydrine ([3]). On a ainsi obtenu avec les bromures de méthyl- et d'éthylmagnésium le méthylbenzylcarbinol (phényluréthane fusible à 92°) et l'éthylbenzylcarbinol (semicarbazone de l'éthylbenzylcétone fusible à 153°).

Action des amines. — Chauffé en tube scellé avec une solution benzénique de diméthylamine, l'oxyde de styrolène fournit quantitativement l'aminoalcool correspondant $C^6H^5 - CHOH - CH^2N\langle{}^{CH^3}_{CH^3}$; comme l'a déjà fait observer Krassousky ([4]), il est très vraisemblable que, dans l'action des amines sur les halohydrines, il y ait formation intermédiaire d'oxyde éthylénique; nous n'avons pas encore pu déterminer si la réaction s'effectue intégralement par ce terme intermédiaire parce que les halohydrines

$$C^6H^5 - CHOH - CH^2X$$

et l'oxyde de styrolène agissent dans le même sens; nos essais avec l'iodhydrine

$$C^6H^5 - CHI - CH^2OH$$

ne sont pas encore terminés.

En résumé, dans toutes ces réactions, tantôt l'oxyde de styrolène se comporte normalement en additionnant symétriquement les composés binaires et en ouvrant sa liaison oxydique dans le sens suivant :

$$C^6H^5 - \underset{|}{C}H - CH^2 - O -,$$

tantôt au contraire il se comporte comme l'aldéhyde phénylacétique isomère $C^6H^5 - CH^2 - CHO$, sans qu'il soit possible de décider si cette aldéhyde se forme intermédiairement, ou si, dès la migration de l'hydrogène, le composé binaire s'additionne avant que cette aldéhyde se soit formée, c'est-à-dire sur le reste $C^6H^5 - CH^2 - CH\langle{}^{O\,-}_{}$.

On sait que des faits analogues ont été signalés dans l'action des dérivés organomagnésiens sur les oxydes d'éthylène disubstitués symétriques ([5]) et dissymétriques ([6]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 439.
([2]) Henry, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 453.
([3]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, p. 1227.
([4]) Krassousky, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 236.
([5]) Henry, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 406.
([6]) Fourneau et Tiffeneau, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 741.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétones-alcools β-αα-dialcoylées. Migration sous l'influence des alcalis.* Note de MM. E.-E. **Blaise** et I. **Herman**, présentée par M. Haller.

Dans la dernière Note que nous avons présentée sur ce sujet, nous avons montré que l'action des alcalis sur l'oxypseudobutyléthylcétone fournit une cétone éthylénique en C^7. Pour diverses raisons que nous avons exposées, nous avons supposé que cette cétone non saturée devait répondre à la constitution de la méthovinylisopropylcétone, et nous avons cherché à préparer ce dernier corps synthétiquement. Nous y sommes parvenus en utilisant la série des réactions suivantes, basée sur la méthode de synthèse des cétones non saturées que l'un de nous a publiée précédemment, en collaboration avec M. Maire :

$$CH^3-CHBr-CO^2C^2H^5 + CH^2O + Zn \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^2OH\end{matrix}\!\!>CH-CO^2C^2H^5$$

$$\rightarrow CH^3-CO-O-\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!>CH-CO^2H$$

$$\rightarrow CH^3-CO-O-\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!>CH-COCl + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-Zn-I$$

$$\rightarrow CH^3-CO-O-\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!>CH-CO-CH<\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!\gg C-CO-CH<\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}.$$

La cétone non saturée obtenue dans ces conditions bout à 55°-56°, sous 60^{mm}; elle donne une semicarbazone fondant à 90°,5 et une *p*-nitrophénylhydrazone qui fond à 89°. Ces constantes sont précisément celles de la cétone non saturée obtenue par action des alcalis sur l'oxypseudobutyléthylcétone et de ses dérivés. Les deux cétones sont donc identiques. Ce fait étant établi, il reste à expliquer la formation de la méthovinylisopropylcétone à partir de la cétone-alcool. On peut supposer, d'abord, que la cétone non saturée prend naissance par dédoublement de l'oxypseudobutyléthylcétone en aldéhyde formique et éthylisopropylcétone, puis condensation de l'aldéhyde avec cette cétone et, enfin, déshydratation de la cétone-alcool formée :

$$CH^2OH-C(CH^3)^2-CO-CH^2-CH^3 \rightarrow CH^2O + (CH^3)^2CH-CO-CH^2-CH^3$$

$$\rightarrow (CH^3)^2CH-CO-CH<\begin{matrix}CH^3\\CH^2OH\end{matrix} \rightarrow (CH^3)^2CH-CO-C\ll\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}.$$

Nous avons cherché à soumettre cette hypothèse à une vérification expérimentale, en essayant de condenser l'éthylisopropylcétone avec l'aldéhyde formique en milieu alcalin. Or, dans aucun cas, nous n'avons pu isoler la moindre trace d'un produit de condensation, quelles que fussent les conditions opératoires. D'autre part, on sait que, lorsqu'il y a condensation de l'aldéhyde formique avec un composé cétonique, la fonction cétone se trouve en même temps réduite, ce qui conduit finalement à un polyalcool. Pour toutes ces raisons, il semble impossible d'admettre que la formation de la méthovinylisopropylcétone soit due à une réaction secondaire et l'on doit l'attribuer à une transposition moléculaire. Cette transposition peut elle-même se présenter des deux manières suivantes :

$$\text{I.}\ \left\{\begin{array}{l} CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - CH^2 - CH^3 \rightarrow (CH^3)^2CH - CO - CH\Big\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^2OH\end{matrix} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \rightarrow (CH^3)^2CH - CO - C\Big\langle\!\!\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}. \end{array}\right.$$

$$\text{II.}\ \left\{\begin{array}{l} CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - CH^2 - CH^3 \rightarrow\ >CH - \overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}} - CO - \underset{\displaystyle H}{CH} - CH^3 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!\Big\rangle\!\!\rangle C - CO - CH(CH^3)^2. \end{array}\right.$$

D'après le premier de ces schémas, il y aurait d'abord migration du groupement fonctionnel alcoolique, puis déshydratation de la cétone-alcool formée. D'après le second, qui est conforme aux vues émises par M. Tiffeneau, il y aurait déshydratation, puis migration d'un méthyle. Cette dernière hypothèse nous semble peu probable, dans le cas particulier. Il est, en effet, difficile d'admettre que la potasse à 10 pour 100 puisse se comporter comme agent de déshydratation et, d'ailleurs, s'il en est ainsi, l'action de l'anhydride phosphorique sur la cétone-alcool primitive devra fournir également de la méthovinylisopropylcétone, ce que nous nous proposons de vérifier. Dans le cas contraire, il y aurait lieu d'admettre une migration du groupement fonctionnel alcoolique, migration analogue à celle du carboxyle, que l'un de nous a mise en évidence antérieurement, en collaboration avec M. Courot, mais reposant, cependant, sur un mécanisme tout différent.

Outre la méthovinylisopropylcétone et son polymère, l'action de la

potasse sur l'oxypseudobutyléthylcétone donne, comme nous l'avons indiqué, une petite quantité d'un corps bouillant à 62°-63° sous 15^{mm}. L'analyse montre que ce corps est un isomère de la cétone-alcool primitive. Il renferme, en outre, les fonctions alcool et cétone, car il donne une phénylurétane et une *p*-nitrophénylhydrazone. Enfin, il se déshydrate très aisément par action de l'acide sulfurique à 50 pour 100, en fournissant une cétone non saturée identique à la méthovinylisopropylcétone. De ces faits on peut conclure que la constitution de ce composé doit être la suivante :

$$(CH^3)^2CH - CO - C(CH^3)^2 - OH,$$

et qu'il prend naissance par hydratation de la cétone non saturée. Nous nous proposons, d'ailleurs, de vérifier cette constitution par synthèse.

MINÉRALOGIE. — *Paramètres magmatiques des séries du volcan Monte Ferru (Sardaigne).* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Note précédente j'ai fait voir la continuité bien nette reliant les différents groupes volcaniques du nord-ouest de la Sardaigne. Le Monte Ferru, qui mérite d'être examiné à part, étant donnée son importance considérable, offre cette même continuité d'une façon plus nette encore peut-être.

Avec Dannenberg [1] j'y distingue trois phases :

I. La première phase, où le centre éruptif du monte Ferru s'est comporté comme un cumulo-volcan, offre un dôme trachytique énorme avec coulées très rares et peu étendues sur la partie de la périphérie non recouverte par les basaltes; il est probable pourtant que, sous le manteau continu des basaltes de la deuxième phase, il y a d'importantes coulées trachytiques, car au Monte Muradu, près de Macomer, apparaît, sous le basalte de l'Altipiano de Campeda, une falaise de trachyte identique à celui de Sennariolo. La masse principale du dôme est formée : 1° de *trachytes porphyroïdes à augite* faiblement œgyrinique, avec peu de *biotite* et de la *hornblende sodique;* 2° viennent ensuite des *trachytes* à habitus phonolitique où apparaît

(1) Dannenberg, *Der Vulkanberg Monte Ferru in Sardinien* (*Neu. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.,* B. XXI, 1905).

peu de *néphéline* et rarement de la *noséane*, et où le pyroxène est de l'œgyrine; 3° enfin des *phonolites* bien franches, à composition très constante, à *néphéline* en phéno-cristaux et en microlites, avec de la *noséane* abondante au premier temps, en filons et coulées restreintes. L'ensemble forme une série parfaitement continue :

Moyenne de 3 analyses (1).	1° $\Phi = 2,1$ alcalino-syénitique,	$r = 1,1$ mégapotassique,	
	$c' = 0,14$ mésoalumineux,	$\Psi = 3,0$ ferromagnésien;	
	2° $\Phi = 2,0$ alcalino-syénitique,	$r = 2,30$ mégapotassique,	
	$n' =$ œgyrinique,	$\Psi = 5,1$ ferrique;	
	3° $\Phi = 1,0$ éléolithique,	$r = 0,72$ mésopotassique,	
	$n' =$ œgyrinique,	$\Psi = 1,7$ ferrique.	

La première phase du Ferru se termine par une série de roches aberrantes, *trachytes augitiques micacés*, parfois très riches en *olivine* (Rocca sa tiria, Rocca sa turra, route de Cuglieri à Santa Lussurgui).

Moyenne de 3 analyses.	$\Phi = 2,1$ alcalino-syénitique,	$r = 1,19$ mégapotassique,
	$c = 0,10$ mésoalumineux,	$\Psi = 1,0$ magnésien.

II. La deuxième phase est caractérisée par des émissions basaltiques d'une importance considérable :

1° Les *basaltes andésitiques*, pauvres en pyroxène et riches en *olivine*, qui couronnent les sommets du dôme trachytique (Monte Urticu, Rocca sa fazzada, Araucola), et qu'on observe aussi en filons avec structure diabasique (sous Sos Ojos, Monte Entu) :

Moyenne de 2 analyses.	$\Phi = 2,5$ syénitique,	$r = 0,19$ persodique,
	$c' = 0,07$ mésoalumineux,	$\Psi = 0,7$ magnésien.

D'autres *basaltes*, comme le piton de Monte Commida, qui semblent un peu postérieurs, offrent une valeur de r et de c' un peu différente :

$\Phi = 2,8$ syénitique,	$r = 0,32$ mégasodique,
$c' = 0,14$ microalumineux,	$\Psi = 1,0$ magnésien.

(1) DOELTER, *Die Producte des Vulcans Monte Ferru* (*Denksch. d. Math. Nat. d. Kais. Acad. d. Wiss.*, B. XXXIX, Vienne, 1878).

L'immense manteau extérieur conique qui recouvre le pourtour du dôme offre :

$\Phi = 2,6$ syénitique, $r = 0,19$ persodique,
$c' = 0,09$ microalumineux, $\Psi = 2,6$ magnésien.

Les éruptions du Ferru se sont terminées par deux types volcaniques très différents des séries précédentes et également différents entre eux. Le premier est formé par la *leucittéphrite* de Scanu, de Ghizo, etc., magma de *leucite*, *labrador*, *augite* et *péridot* enveloppant des phéno-cristaux de grande taille d'*augite*, d'*olivine* et de *biotite* :

$\Phi = 1,9$ leucitique, $r = 3,0$ perpotassique,
$c' = 0,13$ microalumineux, $\Psi = 2,5$ magnésien.

Ce magma, voisin de la série vésuvienne par sa fumerolle, s'en écarte par sa scorie magnésienne et non ferrique due à l'abondance de l'olivine; l'ensemble se rapprocherait, semble-t-il, de la kamerunase des auteurs américains.

Enfin, un type un peu plus acide termine les éruptions du Ferru; c'est la roche vitreuse de Sos Molinos, n'offrant au premier temps que de l'*augite*, montrant la structure en sablier, et de la *biotite* extrêmement abondante :

$\Phi = 2,4$ syénitique, $r = 0,64$ mésopotassique,
$c' = 0,00$ méga-alumineux, $\Psi = 1,7$ magnésien.

BOTANIQUE. — *Recherches sur le développement du* Glœosporium nervisequum. Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. G. Bonnier.

Nous avons essayé dès le mois de juillet 1906 de cultiver le *Glœosporium nervisequum*. Les ensemencements sur bouillon de platane gélosé nous donnèrent une moisissure qui paraissait correspondre au *Glœosporium nervisequum*, mais en même temps plusieurs autres Champignons, notamment deux levures dont l'une appartenait à un *Dematium*. Les vacances nous obligèrent à suspendre nos cultures et nous n'avons pu isoler le *Glœosporium*. Grâce à la complaisance de M. le professeur Klebahn, nous avons pu disposer l'été dernier de cultures pures de *Glœosporium nervisequum*.

Cultivé sur bouillon de platane gélosé, en boîte de Petri, le *Glœosporium nervisequum* se présente microscopiquement avec l'aspect caractéristique

décrit par Klebahn et plus tard par Viala et Pacottet. Il se cultive très facilement sur les milieux les plus divers. Il donne un développement puissant sur tranches de pomme de terre et surtout sur tranches de carotte. Le mycélium prend l'aspect d'une tache sphérique dont la partie centrale produit bientôt des formations sclérotiques donnant naissance d'abord à des houppes conidifères, puis à d'innombrables conceptacles tachetant le mycélium de petits nodules brun foncé extrêmement resserrés et donnant à la culture une teinte noire uniforme.

Un fait presque constant dans tous les milieux où l'on cultive le *Glœosporium* est la présence simultanée, déjà signalée par Klebahn, de deux catégories de conidies, les unes grosses, les autres environ moitié petites. Les premières sont les plus nombreuses et apparaissent surtout au début de la végétation, les secondes à la fin. En outre, les conidies sont toujours de formes, de dimensions et de structures assez mal déterminées, susceptibles de varier suivant le milieu.

L'objet de notre étude a été surtout d'essayer d'opérer une transformation du mycélium en forme de levures. On sait, en effet, que Viala et Pacottet ont observé, dans les milieux surchargés en sucre, une dissociation du mycélium et l'apparition de formes, levures typiques, capables de produire la fermentation alcoolique et donner des endospores analogues à celles des véritables *Saccharomyces*. Les observations de ces auteurs semblaient jeter un jour nouveau sur le problème de l'origine des levures, et il était donc important de les vérifier.

Le *Glœosporium nervisequum* se comporte d'une manière très différente dans les milieux sucrés, suivant qu'il végète en culture liquide ou sur un substratum solide.

Dans les milieux liquides sucrés (liquides de Hansen, de Nægeli n° 3; solutions de glucose à 2,5 pour 100 ou 5 pour 100; bouillons de cerise, de haricot, de courge, de riz, de carotte, de raisin, de touraillon, additionnés de glucose à 2,5 pour 100, 5 pour 100 ou 10 pour 100), il apparaît d'abord sous forme de petites boules au fond des vases où on le cultive. Dans la suite les petites boules se soudent et forment un flocon blanchâtre, presque toujours immergé dans le liquide. Ordinairement le développement s'effectue plus lentement que dans les milieux solides et souvent le mycélium reste stérile. On n'observe de voile qu'au bout de 8 à 10 jours et seulement dans certains milieux les plus favorables. En ce cas, il se produit des fructifications : conidies naissant aux dépens du mycélium ou dans les conceptacles.

Généralement le mycélium est très ramifié, à cloisons espacées, à filaments minces, presque toujours stérile; dans quelques cas cependant, les filaments sont énormes et à cloisons très rares (liquide de Hansen, bouillons de touraillon et de courge).

Le *Glœosporium nervisequum* ne végète pas dans les milieux qui ne renferment que du saccharose. Il ne se développe pas non plus dans le liquide de Raulin.

La végétation sur milieux sucrés solides est toute différente. Elle est caractérisée par un mycélium à cloisons très rapprochées et par la production d'une extrême abondance de conidies. Sur bouillons de haricot, de riz, de courge, de touraillon, lait, additionnés de glucose à diverses concentrations, 2,5 pour 100, 5 pour 100, 10 pour 100, la culture prend dès les premiers jours son aspect sphérique caractéristique avec zones alternativement claires et foncées. Les zones foncées ont une couleur olive pâle et sont constituées d'un mycélium cutinisé d'où dérivent des houppes conidifères donnant naissance d'abord à une grande quantité de grosses conidies, puis plus tard à quelques petites. Un peu après, on y observe la production d'un grand nombre de conceptacles.

Les cultures sur bouillon de pruneau, à 2,5 pour 100, 5 pour 100 et 10 pour 100 de glucose offrent un aspect très caractéristique. Le mycélium est composé d'articles excessivement courts, renflés avec parfois tendance au cloisonnement suivant deux directions perpendiculaires aboutissant à des formations massives formées de plusieurs cellules rondes. Les hyphes fructifères sont nombreuses et extrêmement cloisonnées : chaque article donne naissance à une ou plusieurs basides très courtes fournissant une série de conidies. Les grosses conidies sont rares; les petites sont de beaucoup les plus fréquentes. Plus tard on observe la production d'un très grand nombre de conceptacles.

Depuis 8 mois que nous cultivons le *Glœosporium nervisequum,* dans les milieux les plus variés, nous n'avons jamais constaté dans aucune culture la production des chlamydospores ou des kystes endosporés décrits par Viala et Pacottet.

Par contre, on observe dans un très grand nombre de milieux, vers la fin du développement, des formations très curieuses d'*accroissements perforants*. Certains articles du mycélium se gonflent démesurément, forment d'énormes cellules sphériques, sortes de kystes dont les parois s'épaississent et souvent se cutinisent. Le contenu devient granuleux, se rétracte sous

forme de boules au milieu de la cellule, puis prend une couleur brunâtre et finit par dégénérer. Les vieux kystes se vident complètement et leurs parois arrivent à se déchirer. Mais souvent, avant leur dégénérescence, les filaments dans lesquels ces kystes sont intercalés perforent leur membrane, pénètrent dans leur intérieur et s'y ramifient. Souvent même ils forment, à l'intérieur des kystes, des renflements sphériques qui, parfois au nombre de quatre, donnent l'impression de kystes endosporés. Il serait possible que ces formes correspondent aux kystes endosporés de Viala et Pacottet.

Dans aucun cas nous n'avons pu constater la moindre trace de formes levures dans les milieux sucrés où Viala et Pacottet ont observé la transformation du *Glœosporium* en levures et même après un grand nombre d'ensemencements successifs. Les observations de ces auteurs ne peuvent donc être attribuées qu'à des impuretés de cultures. Nous ferons remarquer d'ailleurs que diverses espèces de levures paraissent exister en grande abondance sur les feuilles de la plupart des arbres. Nous avons déjà mentionné la présence de plusieurs de ces levures dans nos premiers essais de cultures du *Glœosporium nervisequum*.

Récemment, nous sommes parvenus à isoler le *Glœosporium citri* des feuilles de citronnier. Nos premières cultures renfermaient une levure qui se développait simultanément avec ce Champignon. Il est donc facile de comprendre qu'une levure ait pu se mêler aux cultures de Viala et Pacottet et déterminer leur erreur.

Quoi qu'il en soit, nous devons conclure que rien dans le cycle évolutif du *Glœosporium nervisequum* n'est de nature à éclairer le problème de l'origine des levures. L'autonomie des levures paraît d'ailleurs suffisamment démontrée par la découverte de la conjugaison de ces organismes. Nous avons exposé si souvent ces idées qu'il n'est pas nécessaire d'y revenir ici.

ANTHROPOLOGIE. — *La race de Lagoa Santa chez les populations précolombiennes de l'Équateur.* Note de M. **Rivet**, présentée par M. Edmond Perrier.

La race de Lagoa Santa est représentée actuellement par seize crânes trouvés par Lund en 1843, dans des cavernes de la province de Minas-Geräes (Brésil) et par un crâne découvert par Roth en 1881, dans la même région, à Fontezuelas (ou Pontimelo). L'âge géologique de ces ossements a été très discuté, mais tout le monde s'accorde à leur attribuer une très haute antiquité.

D'après les mensurations de Lacerda et Peixoto [1], de Sören Hansen [2] et de Lehmann-Nitsche [3], les principales caractéristiques de cette race sont les suivantes :

	Indices							
Capacité cranienne.	céphalique.	vertical.	transverso-vertical.	facial supérieur.	nasal.	orbitaire.	frontal.	Taille.
1388	70,7	74,3	104,7	47,0	50,7	86,4	71,7	1m,57

Faible capacité cranienne, hypsidolichocéphalie, mésorhinie, microsémie faciale, tels sont les traits primordiaux de l'homme de Lagoa Santa.

Lacerda et Peixoto, puis de Quatrefages [4] ont établi que cette race représentait la population primitive du Brésil et que les Botocudos en sont les descendants actuels métissés, opinion que les travaux ultérieurs de Rey [5] et d'Ehrenreich [6] ont pleinement confirmée. De Quatrefages émit, en outre, l'hypothèse que cette race avait étendu son action, en dehors du Brésil, peut-être sur la plus grande partie de l'Amérique du Sud, mais certainement sur le Pérou et la Bolivie. Verneau [7] apporta un puissant argument en faveur de cette hypothèse, en montrant la parenté des Tehuelches de Patagonie et de l'ancienne race brésilienne. Botocudos et Tehuelches sont incontestablement le résultat du croisement de celle-ci avec des populations diverses : ils rappellent le type primitif, mais ne le réalisent pas dans toute sa pureté.

Les crânes qui font l'objet de cette Communication présentent, au contraire, une ressemblance parfaite avec ceux de Lagoa Santa. Je les ai recueillis, au cours de mes recherches en Équateur, dans des abris sous roches, au lieu dit *Paltacalo,* non loin de la rive gauche du fleuve Jubones, qui, issu de la Cordillère, se jette dans le Pacifique au sud de Guayaquil. Ces abris m'ont fourni 138 crânes précolombiens, dont 37 présentent une déformation artificielle plus ou moins accusée. Sur les 101 crânes normaux que j'ai étudiés au Laboratoire d'anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle, sous la direction de M. le professeur Hamy et de M. le Dr Verneau,

---

(1) Lacerda Filho et Rodrigues Peixoto, *Contribuições para o estudio anthropologico das raças indigenas de Brazil* (*Archivos do Museu nacional de Rio de Janeiro,* Vol. I, 1876, p. 47-75).

(2) Sören Hansen, *Lagoa Santa Racen* (*Emuseo Lundii*, t. I, 5. Copenhague, 1888).

(3) Lehmann-Nitsche, *Nouvelles recherches sur la formation pampéenne et l'homme fossile de la République Argentine,* Buenos-Aires, 1907, p. 319.

(4) De Quatrefages, *L'homme fossile de Lagoa Santa au Brésil et ses descendants actuels* (*Congrès anthropologique de Moscou,* 1879).

(5) Rey, *Étude anthropologique sur les Botocudos,* Thèse de Paris, 1880.

(6) Ehrenreich, *Ueber die Botocudos* (*Zeitschrift für Ethnologie,* t. XIX, 1887, p. 1-46 et 49-82).

(7) Verneau, *Les anciens Patagons.* Imprimerie de Monaco, 1903.

16, soit 15,8 pour 100, reproduisent exactement les caractères essentiels de la race de Lagoa Santa : 11 sont masculins, 3 féminins, 2 appartiennent à des sujets jeunes. Les indices calculés et les mensurations principales pour chacun de ces trois groupes sont les suivants :

		Indices							
	Capacité.	céphalique.	vertical.	transverso-vertical.	facial supérieur.	nasal.	orbitaire.	frontal.	Taille.
♂......	1431	71,43	73,97	103,54	47,89	51,48	85,39	72,15	1m,573
♀......	1247	69,96	74,11	106,17	52,03	50,04	89,37	74,11	1m,453
Enfants .	1377	71,55	72,95	101,97	49,58	51,11	87,52	70,27	»

La concordance de ces chiffres avec ceux que fournissent les crânes de Lagoa Santa est frappante, surtout si la comparaison porte sur le groupe le plus important, c'est-à-dire le groupe masculin : en effet, les indices céphalique, vertical, facial supérieur, nasal et frontal ne diffèrent pas d'une unité; l'indice orbitaire est, dans notre série, plus petit d'une unité et l'indice transverso-vertical de 1,2; ces différences sont inférieures de beaucoup à celles qu'on observe entre les crânes qui forment le groupe, pourtant remarquablement homogène, de Lagoa Santa.

Pour la série féminine, les différences ne sont pas plus considérables, sauf pour l'indice frontal (supérieur de 3,4), pour l'indice orbitaire (supérieur de 2,97) et pour l'indice facial (supérieur de 5,03). Ces divergences peuvent dépendre tout d'abord de ce fait que, d'une façon générale, les caractères anatomiques sont moins fixés et moins accentués chez la femme que chez l'homme; elles peuvent être également dues à des variations sexuelles que nous ne pouvons retrouver dans le groupe de Lagoa Santa pour lequel la séparation par sexe n'a pu malheureusement être faite; enfin, elles proviennent certainement aussi de l'insuffisance de notre série féminine de Paltacalo qui ne comporte que trois individus; encore faut-il ajouter que, par suite de la détérioration de deux crânes, l'indice facial n'a pu être calculé que sur un seul exemplaire.

L'aspect général des crânes ne diffère pas plus que les indices; les courbes sont identiques tant dans leur forme que dans leur longueur, et parfois cette concordance va jusqu'à l'identité.

La taille est exactement semblable, mais il ne faut pas s'exagérer l'importance de cette identité. En effet, la taille de la population de Paltacalo a été reconstituée à l'aide de tous les os longs trouvés dans les abris, parmi lesquels il a été naturellement impossible de séparer ceux qui appartenaient

aux crânes que je viens d'étudier. Aussi faut-il se borner à constater que, du fait de la taille, il n'y a pas entre l'ancienne race équatorienne et l'ancienne race brésilienne de différence essentielle.

L'âge des crânes de Paltacalo n'est pas déterminé; seul, l'aspect des poteries trouvées à côté des ossements permet de supposer que les hommes qui les fabriquaient était loin d'avoir atteint le degré de civilisation des autres populations précolombiennes de la vallée interandine.

Il est probable que les abris que j'ai fouillés dans les régions voisines de Paltacalo apporteront de nouvelles preuves de l'existence de la race de Lagoa Santa en Équateur. Je me propose également de rechercher si elle n'a pas laissé de survivances parmi les Indiens actuels.

Mais, dès maintenant, il me semble prouvé que la race brésilienne primitive a eu des représentants, en Équateur le long du Pacifique, nouvel argument capital en faveur de l'existence d'une race *paléaméricaine*, substratum ethnique de toute la population indigène de l'Amérique du Sud, modifié ou absorbé, suivant les régions, du fait de croisements avec d'autres races dont l'avenir révélera, sans doute, les caractères essentiels.

ZOOLOGIE. — *Sur les Synalphées américaines*. Note de M. **Coutière**, présentée par M. Bouvier.

Il a été décrit sept espèces américaines du genre *Synalpheus*. Les collections dont j'ai disposé m'ont permis d'identifier quatre d'entre elles seulement, et de faire connaître, en revanche, quarante-une formes nouvelles. Ce résultat donne au genre une ampleur insoupçonnée; il permet d'intéressantes comparaisons entre les formes américaines et indo-pacifiques, ces dernières au nombre de cinquante au moins, dont plusieurs encore inédites.

Vingt-une de ces formes américaines, qui ont reçu une appellation trinominale, se groupent autour de treize espèces, dont certaines comptent jusqu'à quatre de ces formes satellites. D'ordinaire séparées géographiquement des spécimens regardés comme typiques, peut-être simples races locales, ces formes sont plus probablement de valeur spécifique réelle, bien qu'elles soient visiblement moins distantes de l'espèce type que celle-ci de telle ou telle autre. Elles rappellent les *petites espèces* des botanistes.

J'ai dû diviser le genre *Synalpheus* en six groupes de formes affines, séparables eux-mêmes à la façon d'espèces très distantes, et ce, par des convergences de plus en plus marquées vers les *Reptantia*. Je laisserai ici de côté le groupe exclusivement australien *comatularum*.

Le groupe *Paulsoni* a pour point de départ des formes à carpocérite court, à rostre grêle, aux griffes des dactyles effilées et semblables. A partir de là (1) trois directions évolutives sont indiquées : par le carpocérite, tantôt allongé et grêle (2), tantôt allongé mais ovoïde (3), ou par la forme plus massive de tous les appendices, y compris le carpocérite qui reste court (4). Dans chacune, les modes suivant lesquels se sont différenciées les espèces sont peu nombreux, toujours les mêmes : on peut prévoir l'existence de formes qui, semblables à telle autre par ailleurs, en différeront par tel détail en plus ou en moins; cette sorte de règle s'appliquant à chaque groupe.

Les formes *Paulsoni* indo-pacifiques et américaines montrent un parallélisme si étroit, que plusieurs d'entre elles seraient certainement considérées comme de simples races, si leur provenance n'était pas connue. Toutefois, les formes les plus primitives, des catégories 1 et 4, sont surtout indo-pacifiques; celles de la catégorie 3, surtout des deux versants américains.

Le groupe *brevicarpus* est, peut-on dire, un facies exclusivement américain du précédent, dont il ne diffère guère que par la disparition d'un caractère primitif, la cloison inférieure médiane du rostre, lequel est devenu court et large. Ce petit groupe est comme l'un des termes de l'évolution du genre *Synalpheus*.

Le groupe *neomeris* est étroitement relié au groupe *Paulsoni*, mais les griffes des dactyles ont une forme moins indifférente : la ventrale devient prépondérante et une troisième saillie épineuse postérieure s'y adjoint fréquemment.

16 formes *neomeris* sur 22 sont indo-pacifiques, parmi lesquelles celles dont les méropodites portent une série d'épines. Là encore, le parallélisme entre les espèces propres aux deux régions est extrêmement étroit. Le *S. Hemphilli oxyceros* américain diffère du *S. Nilandensis oxyceros* des Maldives à peu près uniquement par l'absence des épines mérales. Bien plus, et par une anomalie très remarquable, l'un des spécimens américains porte une épine sur l'un de ses méropodites. Dans l'une et l'autre région aussi, il existe une forme dont les appendices sont courts et massifs, mode de différenciation usuel chez les Synalphées.

Le groupe *biunguiculatus*, relié également au groupe *Paulsoni* par quelques rares formes, s'en éloigne très vite : les épines frontales deviennent obtuses, l'écaille antennaire a tendance à se réduire, les dactyles se raccourcissent; il existe des brosses de soies sériées (appareils de nettoiement?) sur la deuxième paire et parfois, très rudimentaires, sur le doigt de la petite pince de la première paire.

Le groupe *lævimanus* enfin est la suite naturelle du précédent, dont il pousse à l'extrême les tendances : l'écaille antennaire se réduit à une épine, que double l'épine également très forte du basicérite. L'appareil de nettoiement est transporté sur la petite pince de la première paire, mais avec un tel développement (vingt à trente séries de longues soies dressées) et une telle uniformité qu'il devient le trait le plus visible des formes *lævimanus*. Aucun autre groupe ne donne avec autant de force l'impression d'être sorti de quelques rares espèces, dont les caractères très instables se seraient regroupés comme au hasard d'une combinaison de lettres.

Or, tandis que les formes *biunguiculatus* (huit seulement) sont exclusivement indo-pacifiques, les formes *lævimanus* sont au nombre d'une vingtaine sur les deux versants américains, où quelques-unes pullulent. Une seule espèce est méditerranéenne, une seule (encore inédite) est de l'Océan Indien.

De même que le groupe *brevicarpus,* et d'une façon bien plus marquée, le groupe *lœvimanus* est l'un des termes de l'évolution du genre *Synalpheus.* Il est à remarquer que l'un et l'autre sont surtout américains et renferment le plus grand nombre d'espèces à gros œufs, donnant des larves mysis. Chez les Caridines, M. Bouvier a signalé une semblable relation entre les formes les plus évoluées et la taille des œufs.

Les Synalphées sont des Crustacés très sédentaires, vivant par couples dans les Madrépores ou les Éponges. Même en tenant compte d'une dispersion possible pendant la courte vie larvaire, des espèces que séparent le Pacifique et l'Océan Indien actuels sont certainement isolées de la façon la plus rigoureuse. De sorte que des séries de formes indo-pacifiques et américaines, si remarquablement parallèles, ne peuvent guère s'expliquer que par l'existence d'espèces communes, à très vaste distribution antérieure, dont les variations locales, suivant des modes locaux, se seraient traduites par les espèces actuelles et leurs formes satellites.

Ainsi, une série d'ondes de deuxième ordre naissant sur le pourtour d'une onde première à très grand rayon, d'ondes de troisième ordre naissant sur les secondes. Les dernières ont-elles une faible amplitude, ce sont les formes satellites qui se groupent autour de certaines espèces. Mais elles peuvent s'élargir au point de constituer de nouveaux champs de différenciation. Tel le groupe *brevicarpus,* aspect exclusivement américain du groupe *Paulsoni* avec lequel il coexiste toutefois; tel surtout le groupe *lœvimanus,* bien plus typique, puisqu'il se substitue totalement en Amérique au groupe *biunguiculatus* dont il est si visiblement issu.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du littoral de la frontière algéro-marocaine.* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Michel Lévy.

La région littorale de la province d'Oran offre, depuis la frontière de l'Oued Kiss jusqu'à la capitale de l'Oranie, une série d'affleurements liasiques qui jouent un rôle orographique important dans les chaînes ou les massifs qui bordent la côte méditerranéenne.

J'ai montré récemment qu'il fallait voir dans ces dépôts la partie supérieure du Lias moyen (Domérien) et le Lias supérieur (Toarcien, très probablement surmonté de l'Aalénien). Je me propose, dans cette Note, d'appeler l'attention sur la situation le plus souvent anormale de ces dépôts secondaires.

J'ai démontré, dès l'année 1902 (¹), qu'il fallait considérer les calcaires du Djebel Tadjera, et les autres affleurements liasiques échelonnés dans le massif des Traras, le long de la côte, comme des lambeaux d'un pli couché reposant sur les dépôts du Miocène inférieur et enraciné au cap Noé. La même année, j'indiquais, à la suite de nouvelles recherches, qu'il fallait considérer les lambeaux du Lias situés plus à l'Ouest, jusqu'aux abords de la petite ville de Nemours, comme faisant partie du même accident tectonique (²).

Mes récentes recherches dans la région frontière algéro-marocaine m'ont amené à étendre mes études en Algérie, entre Nemours et les Beni Snassen. J'ai pu constater ainsi la généralité du phénomène dont je viens de parler.

Dans les Msirda toutes les crêtes calcaires des Djebel Zendal, Djorf el Ahmar, Dar Sala, etc., appartiennent à un pli couché, à flanc inverse étiré, du Lias, poussé vers le Sud avec les gypses salifères et les marnes bariolées du Trias lagunaire sous-jacent, sur des grès et des argiles schisteuses représentant l'Oxfordien. Ce pli, ou cette nappe de charriage, paraît être enraciné au bord de la mer, ainsi qu'il semble résulter de l'allure presque verticale des calcaires secondaires, près de l'embouchure de l'Oued Kouarda. Des lambeaux liasiques se montrent jusqu'à 10^{km} plus au Sud, toujours en superposition anormale sur l'Oxfordien : ils appartiennent au même chevauchement.

Si, partant des Msirda on se dirige vers l'Est, la netteté de mes observations au Djebel Zendal éclaire d'un jour nouveau celles que j'avais faites, il y a quelques années, dans le bassin de la Tafna.

C'est ainsi que les lambeaux de recouvrement des Msirda se poursuivent dans les Souhalia, jusqu'aux abords de Nemours, pour reprendre, toujours superposés au Jurassique, dans la vallée de l'Oued Touent et au cap Torsa; dans les Beni Menir et les Beni Abed ils se montrent superposés, tantôt au Miocène inférieur, tantôt aux schistes paléozoïques des Trara. Tous ces lambeaux appartiennent à la même nappe des Msirda enracinée ici, au cap Torsa et au cap Noé; ainsi qu'il résulte, en ce dernier point surtout, de la verticalité des calcaires liasiques dans la falaise marine de la baie d'Ahnaï et du retroussement, à leur contact, des conglomérats et des marnes miocènes sous-jacents (*Thèse*, p. 497, *fig.* 112).

Je suis amené, en outre, à admettre l'origine exotique des calcaires des

(¹) *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna* (*Thèse de doctorat,* Paris, 1902, p. 495 et suiv.).

(²) *Rapport au Service de la Carte géologique de l'Algérie,* déc. 1902, inédit.

Djebel Sidi Sefiane, Gorine et Sekika, dans les Beni Ouarsous. Le Sidi Sefiane, que j'ai considéré comme un anticlinal liasique couché sur le Miocène inférieur (*Thèse, fig.* 114, p. 500) m'apparaît, en effet, comme la charnière du pli charrié et la présence de petits lambeaux de Trias gypseux laminé à sa base, me confirme encore dans cette manière de voir.

La chaîne démantelée du Djebel Skouna m'apparaît aussi avec une structure plus compliquée que celle que j'avais précédemment admise (*loc. cit., fig.* 117, p. 504). Tandis que les plis aigus du Lias pincés dans les schistes siluriens seraient, comme je l'ai dit, autochtones, les calcaires massifs du Bou Kourdan semblent appartenir à un pli couché à flanc inverse étiré, enraciné au bord de la mer et chevauché par-dessus la chaîne pour se déverser, au-dessous de l'horizontale, au Sud, dans la vallée du Feïd el Ateuch. Ainsi s'expliquerait la présence anormale, entre la chaîne du Skouna et la colline des Sebaa Chioukh, de pointements de Trias gypseux parfois superposés au Crétacé ou à l'Oligocène, et fréquemment accompagnés de lambeaux liasiques. La charnière de ce pli charrié et retourné, si elle existe encore, s'enfoncerait sous les Sebaa Chioukh.

Plus à l'Est encore, je ne serais pas surpris que la nappe de Lias et de Trias, que nous venons de suivre depuis la frontière marocaine, révèle encore sa présence dans les affleurements calcaires du Sidi Kacem, et je n'hésite pas à admettre la continuité, dans le Sahel d'Oran et jusque dans la montagne du Santa Cruz, de la même zone tectonique. Le déversement vers le Sud des plis de cette montagne (*loc. cit.*, p. 507, *fig.* 199) et la présence en certains endroits, sous le Lias et parfois au contact du Miocène inférieur, de pointements de gypses triasiques, semblent bien l'indiquer.

Ainsi le littoral algérien doit être considéré, entre la frontière du Maroc et Oran, comme bordé par une nappe de charriage, poussée vers le Sud, et dont l'enracinement serait jalonné par le bord de l'effondrement méditerranéen.

Cette nappe ne semble pas se poursuivre bien loin. La charnière du pli charrié, qui se montre dans le Djebel Sidi Sefiane, indique qu'ici au moins le chevauchement ne s'étendrait pas à plus d'une quinzaine de kilomètres. D'autre part, le massif du Djebel Filhaoucen m'a paru être en place et j'en dirai autant de la partie orientale du massif des Beni Snassen qu'il m'a été donné de parcourir l'été dernier. D'ailleurs, l'identité de facies des dépôts liasiques charriés et de ceux qui font partie des plis autochtones sous-jacents est là pour affirmer qu'il ne peut être question de chevauchements à très grande amplitude.

Enfin, mes observations permettent d'établir rigoureusement l'âge des phénomènes tectoniques qui nous occupent.

Dans les Beni Abed, en effet, le Lias charrié recouvre des dépôts à faune burdigalienne bien caractérisée, dont les argiles sont devenues schisteuses par compression et laminage. De plus, dans les Msirda, au cap Torsa et à Beni Saf, le Lias et le Trias charriés supportent directement les couches argilo-gréseuses peu inclinées de l'Helvétien supérieur et du Tortonien fossilifère; les calcaires liasiques ainsi recouverts ont été fréquemment perforés par des Mollusques miocènes (*Lithodomus avitensis* May., *Gastrochaena intermedia* Hörn, etc.), ce qui affirme nettement encore la postériorité des dépôts néogènes contemporains.

Les phénomènes tectoniques qui font l'objet de cette Note datent donc de l'Helvétien inférieur.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1908.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Maurice Hamy. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

A search for fluctuations in the Sun's thermal radiation through their influence on terrestrial temperature, by Simon Newcomb. Philadelphie, The American Philosophical Society, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Flore de France, ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse, en Alsace-Lorraine, par G. Rouy, J. Foucaud, E.-G. Camus et N. Boulay, continuée par G. Rouy; t. X. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Sulla duplicazione e deformazione dell' immagine solare e sui recenti crepuscoli colorati; Nota del professore Ignazio Galli. Rome, 1908; 1 fasc. in-4°.

Ueber Berechnung von Anfangstemperaturen, von O. Bender. Wiesbaden, Keramikesche Rundschau; 2 feuilles in-4°.

Démonstration du théorème de Fermat..., par D.-K. Popoff. Sophia, 1908; 1 fasc. in-8°.

Joseph-Georg Böhm : *Die Kunst-Uhren auf der Kais. Kön. Sternwarte zu Prag.* Auf öffentliche Kosten herausgegeben, von Professor Dr Ladislaus-Weinek, Director der K. K. Sternwarte in Prag; mit 21 Tafeln in Lichdruck. Prague, 1908; 1 vol. in-4°.

Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik. München. Führer durch die Sammlungen. Leipzig; 1 fasc. in- 8° oblong.

Comptes rendus des séances de la quinzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale réunie à Budapest du 20 *au* 28 *septembre* 1906, rédigés par H.-G. Van de Sande Bakhuyzen. Vol. I : *Procès-verbaux et Rapports des délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays*, avec 20 cartes et planches. Leyde, E.-J. Brill; 1 vol. in-4°.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam, in der Zeit vom 1 Januar bi 31 Dezember 1907, von O. Hecker. Berlin, 1908; 1 fasc. in-8°.

Ricerche lagunari, per cura di G.-P. Magrini, L. de Marchi, T. Gnesotto; nos 8, 9, 10. Venise, 1908; 3 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AVRIL 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère du diphénylcamphométhane et les conditions de sa formation.* Note de MM. **A. Haller** et **E. Bauer**.

Dans notre dernière Communication ([1]) nous avons montré que le produit qu'on obtient en faisant agir le bromure de phénylmagnésium sur une solution éthérée de benzylidènecamphre était identique à celui préparé par réduction du diphénylcamphométhylène $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\C^6H^5\end{array}\right.\\ | \\ CO\end{array}\right.$, corps dont la constitution se déduit de sa préparation même.

Nous avons, par suite, assigné à ce dérivé la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\C^6H^5\end{array}\right.\\ | \\ CO\end{array}\right.,$$

et l'avons appelé *diphénylcamphométhane*.

Nous croyons devoir rappeler que, pour obtenir ce dérivé par la deuxième méthode, il convient d'opérer la réduction au moyen de l'amalgame de sodium en solution alcoolique acide jusqu'à ce que le produit soit complètement blanc. L'opération est assez longue et la réduction demande à être renouvelée à plusieurs reprises.

([1]) A. Haller et E. Bauer, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 971.

I. *Réduction du diphénylcamphométhylène en solution alcaline.* — Si, au lieu de réduire le dérivé méthylénique en solution acide, on opère en solution alcaline et à chaud, on obtient un corps cristallisant au sein de la plupart des solvants organiques en très beaux cristaux, dont le point de fusion, situé à 136°, diffère d'environ 30° de celui du diphénylcamphométhane décrit dans notre dernière Note.

Or la composition de ce nouveau produit est exactement la même que celle du dérivé fondant à 106°-107°. Il ne peut par conséquent être que son produit de transformation isomérique.

On peut d'ailleurs le produire très facilement en faisant bouillir avec de la potasse en solution alcoolique du diphénylcamphométhane fondant à 106°-107°, que ce dernier provienne de la réduction, en liqueur acide, du diphénylcamphométhylène, ou qu'il soit obtenu par action directe du bromure de phénylmagnésium sur le benzylidènecamphre.

La même transformation se produit quand on chauffe le dérivé fondant à 106°-107° avec de l'amidure de sodium au sein du toluène. Il se produit en même temps de petites quantités d'un acide fondant à 145°.

II. La composition des deux corps $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHCH(C^6H^5)^2\\|\\CO\end{matrix}\right.$ étant la même, il restait à trouver la nature de leur isomérie.

Nous avons d'abord pensé qu'elle pouvait résider dans une sorte de tautomérie représentée par les formules

$$\text{(I)}\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH\,CH = (C^6H^5)^2\\|\\CO\end{matrix}\right. ,$$

$$\text{(II)}\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}C - CH = (C^6H^5)^2\\\|\\COH\end{matrix}\right. ,$$

ce qui ferait du produit (I) une cétone et du corps (II) un énol.

D'autres conditions de production de l'isomère fondant à 136° justifiaient, dans une certaine mesure, cette manière de voir. Dans ses belles recherches sur l'action des composés organomagnésiens sur les aldéhydes et les cétones non saturées, M. Kohler [1] a montré que, lorsqu'on traite le produit de la réaction du phénylbromure de magnésium sur la benzalacétophénone par du chlorure de benzoyle, on obtient un éther benzoïque, saponifiable par

(1) Kohler, *Amer. Chem. Journ.*, t. XXXI, p. 642.

les alcalis et les acides, dont la formation est représentée par les équations

$$C^6H^5CH = CHCOC^6H^5 + C^6H^5MgBr = (C^6H^5)^2-CHCH = C(OMgBr)C^6H^5,$$

$$(C^6H^5)^2CH-CH = C\begin{cases}OMgBr\\C^6H^5\end{cases} + C^6H^5COCl = (C^6H^5)^2CHCH = C(OCOC^6H^5)C^6H^5 + MgClBr,$$

$$(C^6H^5)^2CH-CH = C(OCOC^6H^5)C^6H^5 + KHO = (C^6H^5)^2CHCH^2COC^6H^5 + C^6H^5CO^2K.$$

Quand on soumet le benzylidènecamphre à la même série de réactions, on obtient un dérivé analogue à celui de la diphénylpropiophénone de M. Kohler.

On opère de la façon suivante :

A 2g de poudre de magnésium et 200g d'éther absolu on ajoute 18g de benzine monobromée, étendue de deux fois son volume d'éther, et une trace d'iode. Après avoir chauffé le mélange dans un appareil à reflux pendant 2 heures, on y introduit une solution éthérée de benzylidènecamphre et l'on maintient le tout à l'ébullition durant 1 heure. On additionne ensuite le liquide de 12g de chlorure de benzoyle dilué dans l'éther et l'on chauffe à nouveau pendant 4 heures. On laisse refroidir. Sans tenir compte du précipité blanc formé au cours de la dernière réaction, on ajoute au mélange de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique, on agite le tout et laisse reposer dans un entonnoir à robinet. La couche aqueuse et acide est séparée du liquide éthéré, et ce dernier est distillé.

Le résidu, soumis à un traitement à la vapeur d'eau, pour éliminer l'excès de bromure de phényle et aussi des traces d'acide benzoïque, fournit enfin une masse jaune et cireuse qu'il suffit de broyer dans un mortier avec un peu d'éther. Elle se transforme dans ces conditions en un produit blanc et pulvérulent qu'on dissout dans l'alcool bouillant. Par refroidissement, le dérivé benzoylé se dépose sous la forme de cristaux microscopiques réunis souvent en mamelons et fondant à 72°-73°.

La composition de ce corps répond à la formule $C^{30}H^{30}O^2$ et sa synthèse peut être représentée par les équations

$$C^8H^{14}\begin{cases}C = CH-C^6H^5\\|\\CO\end{cases} + C^6H^5MgBr = C^8H^{14}\begin{cases}C-CH\begin{cases}C^6H^5\\C^6H^5\end{cases}\\ \|\\CO(MgBr)\end{cases},$$

$$C^8H^{14}\begin{cases}C-CH(C^6H^5)^2\\ \|\\CO(MgBr)\end{cases} + C^6H^5COCl = C^8H^{14}\begin{cases}C-CH(C^6H^5)^2\\ \|\\CO(COC^6H^5)\end{cases} + MgClBr.$$

Le *benzoate de diphénylcamphométhane* est soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther et insoluble dans l'eau.

Il a été saponifié de diverses manières. On l'a chauffé d'abord avec une solution alcoolique de potasse et le produit de la réaction, traité par l'eau, a laissé, comme résidu insoluble, un corps qui, mis à cristalliser dans l'alcool, s'est déposé sous la forme d'octaèdres fondant à 136°-137° et ayant la même composition que le diphénylcamphométhane décrit précédemment.

La saponification a aussi été effectuée à basse température en abandonnant, pendant quelques jours, un mélange équimoléculaire du dérivé benzoylé et d'alcoolate de soude. Le produit isolé montrait le même point de fusion 136°-137°. La saponification ammoniacale à 180° conduit au même résultat. Elle a enfin été effectuée en solution acide. A cet effet, on a chauffé à 150°, en tubes scellés, la combinaison benzoylée avec de l'acide chlorhydrique en solution concentrée. Séparé de l'acide benzoïque formé, le dérivé obtenu fondait également à 136°-137° après quelques cristallisations dans l'alcool.

III. La préparation de l'isomère fondant à 136°-137° semble donc militer en faveur de la constitution énolique de la molécule. Toutefois, si l'on essaye de reproduire le composé benzoylé en faisant agir du chlorure de benzoyle sur un mélange de ce composé et d'alcoolate de soude, on échoue, quelles que soient les conditions dans lesquelles on opère. Il en est de même quand on traite cet isomère par du chlorure de benzoyle et de la pyridine. On le retrouve intact avec le même point de fusion.

Traité dans les mêmes conditions, en présence de la pyridine, le dérivé fondant à 106°-107° ne réagit pas davantage avec le chlorure de benzoyle et se retrouve avec ses propriétés primitives. Si au contraire on tente la benzoylation sur le produit sodé par de l'alcoolate de soude, une partie du composé, fondant primitivement à 106°-107°, se trouve transformée en son isomère de point de fusion 136°.

IV. Nous avons essayé de résoudre le problème au moyen des données optiques et avons fait déterminer le pouvoir réfringent (¹) des deux isomères au sein du toluène.

Nous donnons dans le Tableau suivant non seulement les nombres trouvés pour les deux diphénylcamphométhanes, mais encore ceux se rapportant au dérivé benzoylé et au diphénylcamphométhylène.

(¹) Nous devons ces déterminations à l'obligeance de M. Chéneveau.

	R_D M. observé.	R_D M. calculé pour $C^{23}H^{26}O''\|^{=}_{6}$.	R_D M. calculé pour $C^{23}H^{26}O'\|^{=}_{7}$.
Diphénylcamphométhane fondant à 106°-107°	98,39	97,35	98,29
Diphénylcamphométhane fondant à 136°-137°	98,87		
		Calculé pour $C^{30}H^{30}O'O''\|^{=}_{10}$.	
Benzoate de diphénylcamphométhane	130,82	127,40	»
		Calculé pour $C^{23}H^{24}O''\|^{=}_{7}$.	
Diphénylcamphométhylène	102,10	96,96	»

Étant donné le poids moléculaire élevé des deux isomères, nous pouvons considérer qu'ils ont, à peu de chose près, le même pouvoir réfringent.

Mais, bien que ces nombres se rapprochent de ceux d'un diphénylcamphométhane énolique $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C - CH(C^6H^5)^2 \\ \| \\ OH \end{array} \right.$, et leur soient même supérieurs, rien ne nous autorise à admettre que telle est bien la constitution de ce composé. L'un de nous a, en effet, trouvé avec M. Muller (¹) que la fixation, sur le camphre, de radicaux aromatiques suffit parfois pour exalter le pouvoir réfringent moléculaire d'une unité, bien que le composé soit saturé.

Il en est ainsi, par exemple, du benzylcamphre $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} CH.CH^2C^6H^5 \\ | \\ CO \end{array} \right.$ qui, à la dilution de 3,455 pour 100 dans le toluène, accuse une

$$R_D M. = 74,00,$$

alors que la formule $C^{17}H^{22}O''|^{=}_{3}$ exige 73,05. Ajoutons que, dans les mêmes conditions, la R_DM. du benzylidènecamphre $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C = CH.C^6H^5 \\ | \\ CO \end{array} \right.$, com-

(¹) A. Haller et P.-Th. Muller, *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1006. Dans ce Mémoire, il s'est glissé des erreurs. Au lieu de : benzylidènecamphre $C^{17}H^{20}O''|^{=}_{3}$ et de pipéronylidènecamphre $C^{18}H^{22}O''O^{<}|^{=}_{3}$, il faut lire : benzylcamphre $C^{17}H^{22}O''|^{=}_{3}$ et pipéronylcamphre $C^{18}H^{22}O''O^{<}_{2}|^{=}_{3}$.

posé manifestement non saturé, est de 77,21, tandis que le calcul conduit à

$$R_D\,M. = 72,65.$$

Quant au benzoate de diphénylcamphométane et au diphénylcamphométhylène, leur réfraction moléculaire est notablement supérieure à celle qu'indique la théorie pour les formules $C^{30}H^{30}O'O''|^{=}_{10}$ et $C^{23}H^{21}O''|^{=}_{7}$ qui représentent des composés non saturés.

En résumé, ces recherches montrent :

1° Que le diphénylcamphométhane fondant à 106°, quelle que soit sa provenance, peut être transformé en son isomère fondant à 136°-137°;

2° Qu'il se forme un benzoate de diphénylcamphométhane, quand on traite le produit de la réaction du bromure de phénylmagnésium sur le benzylidènecamphre par du chlorure de benzoyle;

3° Que ce benzoate fournit, par saponification, de l'acide benzoïque et le même diphénylcamphométhane, fondant à 136°-137°, que celui résultant de la transformation de l'isomère fondant à 106°;

4° Qu'aucune réaction ni aucune mesure ne permettent, jusqu'à présent, de se prononcer sur la véritable fonction des deux isomères.

Ces recherches sont continuées sur des homologues supérieurs des molécules que nous venons d'étudier.

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale, provenant du Congo français.* Note de M. **A. Lacroix.**

On ne connaît actuellement dans la nature qu'un seul silicate de cuivre cristallisé, la *dioptase* (SiO^4CuH^2); la *chrysocole* est amorphe et de composition incertaine, car si quelques analyses conduisent à la formule SiO^4CuH^2, H^2O, le plus grand nombre d'entre elles mettent en évidence des mélanges de diverses substances.

Je me propose dans cette Note de décrire un nouveau silicate de cuivre qui, pour n'avoir pas été trouvé jusqu'à présent en cristaux déterminables, n'en a pas moins une structure cristalline et une composition constante. Il provient de la mine de cuivre de Mindouli (Congo français). Mon attention a été appelée sur lui, dès 1892, par des échantillons accompagnant ceux de dioptase, dont j'ai étudié [1] les formes et les propriétés optiques. Ces pre-

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 1384.

miers échantillons étant très impurs, j'avais remis leur analyse à plus tard : je puis aujourd'hui l'achever, grâce à quelques excellents spécimens, que je viens de trouver dans une collection de minéraux congolais, récemment offerte au Muséum par MM. Lucas et Planche.

Le minéral se présente sous trois aspects et dans trois gangues distinctes : 1° en concrétions d'un bleu foncé, à surface mamelonnée et à structure fibreuse très serrée, recouvrant des rhomboèdres spathiques de calcite et supportant de gros cristaux de dioptase; 2° en sphérolites d'un bleu pâle, formés d'aiguilles peu cohérentes, enveloppées par de la malachite et de l'argent natif, eux-mêmes implantés sur de la cuprite; cette association remplit des veinules dans un calcaire compact, imprégné de chalcosite; 3° en fibres d'un bleu clair, atteignant 4^{cm} de longueur, se trouvant seules dans les fentes d'un grès; cette variété asbestiforme forme aussi dans le grès lui-même de petites veinules fibreuses, qui rappellent celles du chrysotile dans la serpentine.

Ces différences de couleur et d'aspect sont dues seulement aux variations du degré d'agrégation des fibres élémentaires du minéral; une fois dissociées mécaniquement et examinées au microscope, elles se montrent identiques dans les trois cas.

En lumière polarisée parallèle, elles s'éteignent suivant leur allongement, qui est de signe positif; le plan des axes optiques coïncide avec l'allongement; la bissectrice aiguë paraît être positive; l'écartement des axes optiques n'a pu être mesuré avec précision, pas plus que la biréfringence, voisine de 0,04 ($n_g - n_p$), à cause de la difficulté que l'on éprouve à tailler ce minéral fibreux; la réfringence est un peu supérieure à celle de la dioptase, dont l'indice $n_g = 1,697$. Il existe un pléochroïsme net, dans les teintes bleues, avec maximum suivant n_g.

Le minéral renferme seulement de la silice, du cuivre et de l'eau qui ne part qu'au rouge. Les propriétés pyrognostiques sont celles de la dioptase, mais les deux minéraux se distinguent par la façon dont ils se comportent vis-à-vis des acides; tandis que la dioptase est facilement décomposée en donnant de la silice gélatineuse, le nouveau minéral ne s'attaque qu'avec difficulté et sans faire gelée.

L'analyse suivante (a) de la première variété, la plus pure, a été faite par M. Pisani. La densité est de 3,36; ce nombre est probablement un peu trop faible; il est difficile en effet d'éliminer complètement les bulles d'air microscopiques que retient le minéral, grâce à sa structure fibreuse. En b, je donne la composition théorique, calculée d'après la formule qui est dis-

cutée plus bas :

	a.	b.
SiO^2	37,16	36,04
CuO	59,20	59,46
FeO	traces	»
H^2O	4,50	4,50
	100,86	100,00

Cette composition diffère de celle de la dioptase ($SiO^2 = 38,2$; $CuO = 50,4$; $H^2O = 11,4$); elle correspond à la formule

$$12\,SiO^2, 15\,CuO, 5\,H^2O = Si^{12}O^{44}Cu^{15}H^{10},$$

dans laquelle l'eau doit être considérée comme basique. Le rapport d'oxygène de la silice et des bases est 6 : 5; le minéral appartient donc au petit groupe des silicates intermédiaires entre les ortho- et les métasilicates; il est à rapprocher en particulier de la *ganomalite*, dont la formule peut être mise sous la forme

$$12\,SiO^2, 12\,PbO, 8(Ca, Mn)O = Si^{12}O^{44}Pb^{12}(Ca, Mn)^8.$$

Peut-être pourrait-on considérer ce minéral comme un métasilicate basique, dont on écrirait la formule : $(SiO^3)^{12}Cu^7(Cu.OH)^8H^2$?

Quoi qu'il en soit, il constitue une nouvelle espèce, que je propose de désigner sous le nom de *planchéite*, en l'honneur de M. Planche, auquel je dois les meilleurs des matériaux étudiés.

Les parties du gisement de Mindouli actuellement reconnues sont constituées par de la chalcosite argentifère compacte, formant des amas ou imprégnant un calcaire, qui repose lui-même sur des grès. Au voisinage de la surface, la chalcosite se transforme en malachite (¹), en passant parfois par l'intermédiaire de cuprite. L'argent s'isole sous forme native, en lames ou en cristaux, dans lesquels domine l'octaèdre.

La dioptase se trouve plus près encore de la surface, soit en rognons isolés au milieu d'argiles rouges, soit dans les géodes de filonnets de calcite spathique, qui traversent les calcaires minéralisés; elle y est parfois associée à

(¹) Cette malachite se présente en aiguilles ou en cristaux, parfois très nets; on la trouve aussi à Mindouli, au contact des grès et du calcaire, en épaisses croûtes concrétionnées et fibreuses rappelant celles de Sibérie. Sous cette forme, elle constitue le minerai exploité jadis par les indigènes à l'aide d'innombrables petits puits.

de petits cristaux de *quartz hyalin*, de *calcite*, d'*argent natif*, à de très gros cristaux de *cérusite*, à de la *chrysocole*, plus rarement à de la *willémite* ou à de la *fluorine*.

Comme autres minéraux accessoires de ce gisement, je signalerai la *chessylite*, la *pseudomalachite* (lunnite), la *wulfénite* et surtout de magnifiques cristaux de *pyromorphite* jaune, se trouvant seuls ou associés à la malachite et beaucoup plus rarement à la dioptase.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la perception du relief et de la profondeur dans l'image simple des épreuves photographiques ordinaires. Conditions et théorie de cette perception.* Note de M. **A. Chauveau.**

Le titre de la présente Note pourrait être complété par le sous-titre suivant, qui en fait pressentir nettement la signification et la portée physiologiques : *De la propriété stéréogénique des images rétiniennes, dissociées par cessation de la convergence des deux axes optiques sur la surface d'une épreuve photographique simple. Extériorisation de ces deux images rétiniennes, avec projection de leurs détails aux plans respectifs qu'ils occupent dans la profondeur de l'espace photographié.*

J'ai été incité à publier cette Note, dont, depuis bien longtemps déjà, je possède la plupart des éléments, par la très remarquable et très importante Communication de M. Lippmann sur les *Photographies intégrales*. Il se demande, dans cette Communication, « *s'il est possible de constituer une épreuve photographique de telle façon qu'elle nous représente le monde extérieur s'encadrant, en apparence, entre les bords de l'épreuve comme si ces bords étaient ceux d'une fenêtre ouverte sur la réalité* ». On sait comment M. Lippmann a donné la solution intégrale de ce problème, en substituant, à l'appareil photographique ordinaire, la multitude des petites chambres noires obtenues par le gauffrage des deux faces du film récepteur.

Cette magistrale étude de M. Lippmann provoquera sans doute d'autres recherches. Elle est une occasion pour moi de montrer *par quel mécanisme la sensation de la fenêtre ouverte sur la réalité peut aussi être donnée par les épreuves photographiques simples*.

Il est un cas, en effet, où l'on y fait apparaître inévitablement, en dimensions nécessairement plus ou moins réduites, à la place qu'ils occupent dans l'espace, les divers objets que représentent ces épreuves photographiques simples. C'est le cas, signalé dans le sous-titre ci-dessus, où, grâce au procédé

bien connu que rappelle ce sous-titre, l'épreuve regardée est vue double, parce que les deux images rétiniennes de cette épreuve cessent d'être exactement superposées et fusionnées ensemble.

Rien ne peut empêcher qu'alors, en vertu des lois de l'extériorisation, ces deux images ne se projettent chacune, au dehors de l'œil, sur le prolongement de l'axe optique, non seulement en *largeur* et en *hauteur*, mais encore en *profondeur*, de manière à donner une vive sensation de relief. Si donc l'épreuve représente un paysage, la suppression de l'une de ces images rétiniennes, par l'occlusion de l'œil correspondant, fait que l'autre image donne *la sensation d'une réduction du paysage lui-même, encadré par les bords de l'épreuve, simulant ceux d'une fenêtre ouverte par laquelle serait contemplé ce paysage réduit.*

Ces intéressantes apparences dépendent exclusivement du fait fondamental sur lequel cette Note est destinée à appeler l'attention, c'est-à-dire l'influence de la dissociation des images rétiniennes, excitées par la vue d'une épreuve photographique simple, sur *la propriété stéréogénique* de ces images.

Fusionnées par la convergence des axes optiques sur la surface de l'épreuve photographique, ces deux images rétiniennes produisent l'image-résultante unique et plane que tout le monde connaît.

Dissociées par translation de la convergence des axes optiques au delà de l'épreuve regardée, elles donnent toujours, souvent même avec une étonnante netteté, les sensations de relief et de profondeur signalées tout à l'heure.

Pourquoi les épreuves photographiques ordinaires se prêtent-elles à la constatation de tels faits, qui contrastent d'une manière si prodigieusement paradoxale, en apparence, avec ceux qui sont fournis par l'association des images non symétriques de la double épreuve stéréoscopique? Il suffit, pour se mettre en état de répondre à la question, de ne pas oublier un fait notable qui est d'observation courante. La vision binoculaire n'est pas nécessaire à l'appréciation du relief et des distances; elle n'est capable que d'améliorer cette appréciation.

Or la représentation photographique de notre paysage n'est qu'un récepteur intermédiaire, une sorte de relais entre l'œil et le paysage. Celui-ci, en effet, s'est imprimé en réduction sur la plaque sensible comme il l'eût fait sur la rétine, si l'œil s'était substitué à l'objectif photographique. Il en résulte que, si le regard, au lieu de se porter directement sur le paysage, s'arrête sur l'épreuve qui le représente, c'est une image, réduite également, de cette première réduction qui s'imprime sur les rétines. Chacune d'elles,

fonctionnant isolément, est alors en possession de la propriété de faire voir en petit le paysage photographié comme est vu, en sa grandeur naturelle, le paysage vrai directement regardé.

Il en est ainsi parce que les images rétiniennes fournies par l'épreuve photographique se comportent, dans leur extériorisation, exactement comme les images rétiniennes formées directement par le paysage. Dans les deux cas, la réversion dioptrique et l'extériorisation reportent dans l'espace, à leurs plans respectifs, tous les points du paysage. L'espace et les objets qui l'occupent sont vus avec les trois dimensions, hauteur, largeur et *profondeur*. Ce *report* s'effectue en grandeur vraie lorsque les images rétiniennes retournent au paysage réel d'où elles procèdent directement; en grandeur plus ou moins réduite, quand ces images rétiniennes du paysage se forment et s'extériorisent par l'intermédiaire de l'épreuve photographique où la représentation du paysage a été d'abord fixée.

Voilà comment cet intermédiaire possède l'aptitude à provoquer la sensation du relief dans des images rétiniennes dissociées.

Quant à la suppression instantanée de la propriété stéréogénique de ces images, au moment de leur réassociation sur le plan de la surface de l'épreuve, elle s'explique par l'impossibilité où se trouve l'image-résultante d'être reportée au delà de ce plan. C'est une limite infranchissable imposée à son extériorisation. Ainsi arrêtée par ce plan, l'image-résultante ne peut donner la sensation de la profondeur. Les dimensions de surface, hauteur et largeur, sont les seules dont cette image permette la perception nette.

Disons maintenant comment il est possible à tout observateur de constater couramment l'aptitude des photographies simples ordinaires à fournir de très vives et très nettes perceptions de relief et de profondeur.

Tous les procédés se ramènent à la réalisation d'une seule et même condition : la dissociation des deux images rétiniennes, complétée par l'obscurcissement de l'une de ces images, pour que l'autre, l'image dominatrice, se manifeste dans toute sa netteté, avec l'aspect naturel des objets et des lieux représentés.

Il suffira de quelques indications sommaires sur ces procédés :

1° Je citerai d'abord le procédé déjà employé, d'une manière purement empirique, de l'interposition d'une loupe entre l'œil et l'épreuve. Si cette interposition se produit au moment où le regard, concentré sur la surface de celle-ci, la voit plane, elle fait apparaître immédiatement en relief vigoureux tous les détails compris dans le champ de la lentille;

2° De même en arrive-t-il quand cette épreuve simple est placée devant les prismes d'un stéréoscope. Avec un bon choix et un arrangement convenable des prismes, c'est l'ensemble tout entier du tableau photographique qui peut être saisi à la fois par chacun des deux yeux. Tous les personnages, animaux, objets divers, paysage, etc., qui figurent dans ce tableau y sont en possession de toutes les apparences de la réalité réduite. On peut s'attacher alternativement à l'image vue par l'œil droit et à celle qui est vue par l'œil gauche. Elles font alors mieux valoir leurs reliefs et leurs profondeurs, dont la vigueur, le plus souvent, ne le cède en rien à celle des sensations de même ordre données par la vision binoculaire de la double épreuve stéréoscopique.

Pour ces remarquables et instructives constatations à l'aide du stéréoscope, nulle éducation préalable n'est nécessaire à l'appareil de la vision. Ainsi le même instrument qui procure la sensation du relief, par l'association des images rétiniennes simples de deux épreuves distinctes, donne avec autant de facilité le même résultat en procurant la dissociation des deux images rétiniennes d'une épreuve unique.

3° Plus intéressants sont les procédés où la dissociation est obtenue sans l'intervention d'appareils. Par exemple, l'examen, avec un seul œil, d'une photographie ordinaire parfaitement éclairée tarde rarement bien longtemps à faire apparaître en relief et en profondeur les détails représentés dans l'épreuve.

La dissociation des deux images rétiniennes s'est alors spontanément accomplie. Elles se montrent, en effet, simultanément, si l'on ouvre fugitivement le second œil.

Il est remarquable qu'au moment de cet examen de l'épreuve avec un œil unique, la sensation du relief et de la profondeur ne peut plus céder la place à la sensation d'une image plane. Pour cette substitution, il faut nécessairement l'intervention du second œil. Tant que cette intervention ne se produit pas, l'épreuve conserve tous ses caractères stéréoscopiques. La perception de ces caractères se continue même, sans aucune interruption, quand on substitue rapidement à l'épreuve primitive une suite nombreuse d'autres photographies. Aussi le procédé se recommande-t-il, par sa sûreté et sa simplicité, à la masse des observateurs.

4° Mais on a surtout avantage à disjoindre volontairement les images rétiniennes auxquelles on veut communiquer ainsi l'aptitude à fournir la sensation du relief.

L'observateur, placé en face de l'épreuve photographique, que nous supposerons représenter un paysage, peut, à son gré, faire converger ses axes optiques soit sur la surface même de l'épreuve, soit au delà.

Dans le premier cas, où les deux images rétiniennes se rencontrent et se fusionnent sur le plan formé par la surface de l'épreuve, le paysage qu'elle représente est vu simple sans apparence de relief. L'encadrement des bords de l'épreuve ne donne en aucune façon la sensation d'une fenêtre ouverte sur la réalité.

Dans le second cas, où les deux images sont dissociées et où leur extériorisation n'est pas limitée à un plan unique, le paysage est vu double, avec tous ses reliefs et profondeurs. Les deux images, distinctes, se mêlent plus ou moins l'une à l'autre et se gênent sans doute réciproquement. Mais leur promiscuité rend toujours plus vigoureux leurs effets de relief et de profondeur. Du reste, la brève fermeture de l'un des yeux permet d'obtenir instantanément, avec la plus remarquable netteté, la sensation du paysage vu dans le cadre d'une fenêtre ouverte et dont les plans divers semblent fuir dans l'espace, en s'éloignant de cet encadrement.

Quand le regard, vaguement projeté au delà de l'épreuve, a fait naître ainsi, dans la double image perçue, la sensation des trois dimensions, il est très facile, en rétablissant la convergence des axes optiques sur la surface de l'épreuve, de ramener l'une des images sur l'autre et de les transformer ainsi en une seule image à deux dimensions. Et l'on peut, non moins facilement, effectuer la transformation inverse, par retour à la convergence des axes optiques au delà de la surface de l'épreuve.

Le procédé qui se prête à la répétition continue et rapide de ces alternances est bien celui qui procure les renseignements les plus complets sur le mécanisme de l'acquisition de la propriété stéréogénique des images rétiniennes fournies par les photographies courantes. C'est avec ce procédé qu'on constate le mieux que *cette acquisition est la conséquence nécessaire de la réversion et de l'extériorisation de ces images, projetées en état de dissociation au dehors de l'œil.*

Ces diverses constatations sont à la portée de tous. Mais la facilité avec laquelle on se dresse à les faire dépend, bien entendu, des aptitudes individuelles, c'est-à-dire des qualités et des défauts de l'appareil de la vision.

Toutes les photographies, même les moins bonnes, sont propres à montrer les propriétés stéréogéniques des images rétiniennes dissociées. On se trouve beaucoup mieux, toutefois, d'employer les épreuves en provenance

de clichés obtenus dans des conditions tout à fait satisfaisantes d'éclairage et de mise au point.

Il n'y a pas de raison pour que ces propriétés stéréogéniques des images rétiniennes ne se manifestent également dans l'examen de toutes les autres représentations graphiques de la nature, quelles qu'elles soient, y compris les perspectives géométriques purement linéaires. On doit toujours pouvoir y réaliser, d'après la théorie, les conditions propres à l'évocation des sensations de relief et de profondeur, liées à la dissociation des deux images rétiniennes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'avance et le retard de la coagulation du sang en tubes capillaires.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

On admet que le sang recueilli, à sa sortie du vaisseau, dans un tube capillaire se coagule plus vite que quand il est reçu dans un vase même non enduit de substances qui ne se laissent pas mouiller par lui. J'ai pu, au cours de ces trois dernières années, montrer aux élèves que cette assertion n'est vraie que partiellement et qu'on peut, à l'aide du même tube capillaire, prouver à la fois l'accélération et le retard de la coagulation.

Après avoir fait un pli à l'oreille d'un lapin, dans le sens de la longueur, on tranche transversalement, d'un coup net de ciseaux, l'artère médiane de l'oreille en même temps que le cartilage et les deux surfaces cutanées externe et interne, sans donner à la fente ainsi pratiquée une dimension supérieure à 1^{cm}. On approche l'extrémité d'un tube capillaire très fin de l'orifice de l'artère au moment où le sang jaillit, soit immédiatement, soit après le spasme ischémique préalable, et, l'autre extrémité du tube étant placée en contre-bas, on laisse le sang pénétrer. Un chronomètre est mis en mouvement au moment où la plaie est pratiquée. On marque le nombre de secondes qui séparent l'incision, le début de la prise du sang et la fin de cette prise. On mesure au millimètre la longueur de la colonne du sang.

Vingt secondes environ après la fin de la prise on commence à briser le tube par fragments qui ne dépassent guère 1^{mm} en longueur, en commençant par l'extrémité par où le sang a pénétré. A un moment le fragment de verre est relié à la partie principale du tube par un filament de sang coagulé, on note cet instant et l'on mesure ce qui reste de la colonne sanguine.

Si l'on admet que le sang a pénétré dans le tube avec une vitesse uniforme,

on déduit des données qui viennent d'être indiquées l'instant où la portion de sang qui vient de se coaguler est sortie du vaisseau et la longueur de la paroi du tube contre laquelle ce sang a frotté avant de devenir immobile.

Le temps nécessaire pour cette coagulation est généralement inférieur à 1 minute. Il peut n'être pas supérieur à 20 secondes.

Dans les nombreuses expériences qui, sous l'influence des enseignements de Wright, ont été faites sur la coagulation en tube capillaire dans ces huit dernières années, la constatation du filament rouge élastique entre un fragment et le reste du tube était considérée comme l'instant de la coagulation.

Après avoir constaté l'instant de cette coagulation après fractures successives du tube en commençant par le bout par où le sang était entré, j'ai eu l'idée d'aller chercher ce qui se passait à l'autre bout, là où se trouvait le sang du début de la prise, le sang le plus anciennement extravasé qui aurait dû être coagulé le premier; et j'ai trouvé que, 1 minute, 2 minutes, 5 et 6 minutes après la première coagulation, ce sang était encore liquide.

J'ai alors fracturé le tube en pièces successives en me dirigeant vers l'orifice d'entrée et j'ai rencontré enfin une seconde coagulation. J'ai déterminé, en mesurant ce qui restait de la colonne sanguine, le temps écoulé entre l'extravasation de cette portion de sang et l'instant de sa coagulation comme aussi la longueur de la paroi contre laquelle il avait frotté.

Le résultat constant de mes expériences est que le sang extravasé le dernier se coagule, dans le tube capillaire, plus vite qu'à l'état normal et que le sang extravasé le premier se coagule plus lentement que dans les conditions ordinaires. Ce retard de la coagulation est d'autant plus grand que la colonne est plus longue et que, par conséquent, le sang a été en contact avec une portion plus considérable du tube. Les choses se passent comme si, en cheminant dans le tube, le sang se dépouillait de ce qui provoque normalement la coagulation, et comme si ce quelque chose s'accumulait dans la première portion du tube, dans cette partie où se trouve le sang extravasé en dernier lieu.

J'ai disposé une expérience qui permet d'analyser les phénomènes de façon plus complète.

Je remplis comme précédemment un tube capillaire avec les mêmes déterminations d'heure et de longueur. Je fracture graduellement le tube à partir de l'orifice d'entrée. Je note l'instant où je constate la coagulation et la longueur parcourue, puis je continue à multiplier les fractures toujours dans le même sens. Je trouve la continuation de la coagulation jusqu'à un moment où le sang apparaît liquide. Je continue et j'observe une seconde

coagulation qui se maintient dans une certaine étendue et à laquelle fait suite un nouveau lac de sang liquide, et j'arrive à noter des alternatives de sang coagulé et de sang liquide, jusqu'à six consécutives.

En notant l'instant de ces coagulations successives et les longueurs correspondantes parcourues dans le tube, je suis arrivé à tracer la marche de l'onde de coagulation dont la vitesse, à partir de la première coagulation, est de $\frac{3}{10}$ à $\frac{6}{10}$ de millimètre par seconde. Si je fais les fractures avec une vitesse plus grande, j'arrive à dépasser l'onde de coagulation. Si je ralentis alors les ruptures, je suis rejoint et dépassé par elles, et je retrouve les fils rouges élastiques. Si j'accélère ma marche, j'atteins une région encore liquide, et ainsi de suite.

Les conclusions de cette seconde série d'expériences sont les mêmes que celles de la première. Je constate, en effet, que les éléments provocateurs de la coagulation sont rares dans les portions de sang extravasées les premières et abondants dans celles qui sont entrées les dernières.

Il me reste à donner les Tableaux où l'on pourra juger l'influence de la longueur parcourue par le sang dans le tube, du temps employé à ce parcours, du temps écoulé depuis la plaie du vaisseau. Il me reste aussi à faire connaître les détails anatomiques présentés par les coupes du filament coagulé faites en série depuis l'instant où la coagulation a commencé hâtivement jusqu'à celui où elle s'est terminée tardivement.

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain houiller du Sud oranais.* Note de MM. **H. Douvillé** et **Zeiller**.

La présence de fossiles carbonifériens avait été signalée dès 1900 aux environs d'Igli par le professeur Ficheur, puis, plus au Nord, dans la région du Djebel Béchar par MM. Collot et Thévenin (récoltes du lieutenant Poirmeur); ils avaient été attribués au Dinantien. Des empreintes de végétaux recueillies par le lieutenant Poirmeur avaient été déterminées, par le professeur Bureau, comme *Stigmaria ficoides* et *Lepidodendron Veltheimi,* considérés habituellement comme caractérisant également le Dinantien (Culm).

En 1907, le professeur Flamand (¹) distinguait deux systèmes de couches plus élevés : 1° des calcaires à *Spirifer* cf. *mosquensis* associés à des grès

(¹) *Comptes rendus,* 16 juillet 1907.

argileux verts et rougeâtres qu'il attribuait au Moscovien; 2° des grès et argiles schisteuses supérieurs, avec traces charbonneuses, considérés jusque-là comme triasiques, dans lesquels il signalait quelques fragments de feuilles de *Linopteris*, trop incomplets pour pouvoir être susceptibles d'une détermination précise et qui représentaient pour lui le Westphalien (source de Bel Hadi).

En mai de la même année, le capitaine Maury, occupé à creuser des puits pour recherche d'eau, trouvait à Douifa des grès à empreintes végétales (*Lepidodendron* et *Calamites*), puis un peu plus au Sud, à Gueltet Ahmed ben Salah, une flore assez riche qu'il communiquait à M. Flamand et qui démontrait définitivement l'existence de l'étage westphalien; elle permettait en même temps d'identifier les débris trouvés précédemment par ce dernier à Bel Hadi.

Le général Jourdy, qui, dès l'année 1901, avait indiqué la possibilité de l'existence du terrain houiller dans ces régions et avait encouragé les recherches entreprises d'abord par le lieutenant Quoniam, puis par le lieutenant Poirmeur, donna une nouvelle impulsion aux travaux d'exploration poursuivis par les officiers du Sud oranais, et c'est grâce à cette action persévérante que la première couche de houille vient d'être découverte par le capitaine Maury, à Haci-Ratma; elle n'a que $0^{m},18$ d'épaisseur, elle est pulvérulente et très altérée, comme on l'observe d'habitude aux affleurements; elle n'est pas exploitable, mais son existence n'en constitue pas moins un encouragement sérieux à continuer les recherches commencées.

Le capitaine Maury et le lieutenant Huot ont exploré méthodiquement la région qui s'étend au sud du Djebel-Béchar jusqu'à Taghit : le sol est constitué par une alternance de roches dures, calcaires et grès, qui dessinent à la surface du sol des arêtes plus ou moins saillantes, et de couches plus tendres formées de schistes argileux, très décomposés, qui ne sont bien visibles que dans les tranchées ou dans les fouilles. La coupe relevée sur le chemin de Colomb-Béchar à Taghit montre la succession des couches suivantes :

1° Immédiatement au pied du Béchar un premier système (B, II) où dominent les calcaires à faune marine :

Productus corrugatus (*Pr. Cora*), *Pr.* cf. *aculeatus*, *Pr.* cf. *scabriculus*, *Spirifer bisulcatus*, *Martinia lineata*, *Spiriferina cristata*, *Orthis resupinata*, *Orthothetes crenistria*, Monticuliporidés, *Ceriopora funiculina*, *Archæocidaris* (baguettes), *Physetocrinus*, *Scaphiocrinus*.

Cette faune présente des analogies marquées avec celles des calcaires de Visé et de Burlington et peut être assimilée au Dinantien supérieur (Viséen).

2° Un second système (C, I) est caractérisé par des grès brun avec *Calamites Suckowi*, *Lepidodendron* cf. *Veltheimi*, *L.* cf. *aculeatum*, Sigillaires, *Pecopteris* cf. *Miltoni*, feuille de Cordaïtes; ils alternent avec des lits de calcaires fossilifères renfermant : *Phillipsia*, *Orthocera*, Goniatites [1] (*Gastrioceras*, *Paralegoceras*), *Bellerophon*, *Aviculopecten* cf. *villanus*, *Productus* cf. *punctatus*, *Martinia lineata*, *Rhynchonella pugnus*, *Crisoidea tubœformis* et autres Bryozoaires, *Hydreionocrinus* cf. *M'Coyi*, *Cyathophyllum* et des schistes argileux avec *Sphenopteris* cf. *obtusiloba*, *Calam.* cf. *Suckowi*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Annularia galioides*, *Cordaites* cf. *principalis*, *Rhabdocarpus ovoideus*, *Samaropsis fluitans*, *Schutzia*.

La flore est nettement westphalienne; la faune renferme des espèces à affinités viséennes associées à des Goniatites d'un caractère nettement moscovien.

3° Les couches supérieures (C, II) sont essentiellement constituées par des grès et des schistes argileux; la faune ne présente plus que de rares Mollusques marins (*Aviculopecten*), elle est essentiellement caractérisée par des formes saumâtres ou d'eau douce (*Anthracomya*); la flore est beaucoup plus riche et plus variée que dans les couches précédentes, c'est la flore habituelle du Westphalien :

Sphenopteris Boulayi, *Pecopteris* cf. *plumosa*, *Nevropteris gigantea*, *N. flexuosa*, *Linopteris Munsteri*, *Sphenophyllum* cf. *emarginatum*, *Calamites ramosus*, *C. Suckowi*, *Lepidodendron* cf. *obovatum*, *Lepidophloios laricinus*, *Lepidophyllum lanceolatum*, *Sigillaria scutellata*, *S.* cf. *polyploca*, *S.* cf. *fossarum*, *S.* sp. du type du *S. Brardi* (*S.* cf. *semipulvinata*), *Stigmaria ficoides*, *St. rimosa*, *Cordaites borassifolius*, *Cordaianthus* cf. *Volkmanni*, *Samaropsis*.

Jusqu'ici les couches plongeaient régulièrement de 10° environ vers le Sud; elles disparaissent sous des terrains détritiques pendant 14^{km}, puis reparaissent près de Menouarar avec un plongement inverse vers le Nord; elles dessinent ainsi un synclinal nettement accusé. Son bord sud est constitué par des couches analogues aux précédentes, calcaires, grès et schistes argileux, mais ces derniers sont relativement développés et la faune rappelle celle du premier système, d'âge viséen :

Orthocera, *Nautilus*, *Paralecanites* cf. *mixolobus*, *Glyphioceras?* *Naticopsis*, *Bellerophon*, *Parallelodon*, *Productus semireticulatus*, *Pr.* cf. *aculeatus*, *Spirifer bisulcatus*, *Spiriferina*, *Dielasma hastatum*, *Orthothetes crenistria*, *Orthis resupinata*, Crinoïdes, *Syringopora*, *Cyathophyllum*.

Plus au Sud, à Haci Arlal, des calcaires noirs, gris ou blancs, avec silex, présentent une faune nettement viséenne avec ses grands *Productus* (*Pr. latissimus*, *Pr.* cf. *gi-*

---

(1) M. le professeur Haug a bien voulu déterminer les Goniatites, dont il s'est particulièrement occupé.

ganteus), *Sp. bisulcatus, Martinia lineata, Orthothetes crenistria,* Monticuliporidés, *Archimedes, Cyathophyllum.*

Ils viennent se relier aux couches dinantiennes à *Syringothyris cuspidata,* déjà signalées à Igli.

Dans cette coupe les couches les plus élevées sont masquées; elles ont été mises à découvert par des fouilles effectuées un peu plus à l'Ouest, à Haci Ratma. Elles sont essentiellement constituées par des schistes et des grès à végétaux :

Pecopteris sp., *Mariopteris nervosa, Nevropteris gigantea, N. rarinervis, N. tenuifolia, Linopteris Munsteri, Asterophyllites* cf. *elegans, Annularia galioides, Lepidodendron lycopodioides* (avec épis), *Lepidostrobus* sp., *Lepidophyllum lanceolatum, Lep. triangulare, Sigillariostrobus, Calamites, Cordaites borassifolius, Carpolithes ovoideus.*

Les couches sont à peu près horizontales et dessinent une sorte de butte (Djorf el Feham); c'est vers la partie supérieure qu'a été mise à découvert la couche de houille de $0^{m},18$ signalée plus haut; la flore qui l'accompagne est la suivante :

Sphenopteris Boulayi, Linopteris obliqua, L. Munsteri, Sphenophyllum emarginatum, Calamites cf. *undulatus, Lepidodendron aculeatum, L. lycopodioides, Stigmaria ficoides.*

C'est bien la faune westphalienne des couches supérieures; les fossiles animaux qui l'accompagnent indiquent des eaux saumâtres :

Belinurus arcuatus, Estheria, Ostracodes, Spirorbis carbonarius, Anthracomya Phillipsi.

Les premières fouilles effectuées un peu plus à l'Ouest, à Gueltet Ahmed ben Salah, avaient rencontré également ces couches supérieures avec une flore très analogue :

Sphenopteris Boulayi, Sph. Delavali, Sph. obtusiloba, Pecopteris Miltoni, Nevropteris tenuifolia, N. cf. *rarinervis, N. gigantea, Linopteris Munsteri, Sphenophyllum cuneifolium, Sp.* cf. *emarginatum, Calamites Suckowi, Calomophyllites, Annularia* cf. *fertilis, Lepidodendron* cf. *lycopodioides, Lepidophloios laricinus, Lepidophyllum lanceolatum,* feuilles de Sigillaires, *Stigmaria ficoides, Cordaites borassifolius.*

Elle est associée à la faune saumâtre habituelle avec Ostracodes, *Spirorbis carbonarius* et *Anthracomya.* Mais à la base on distingue encore une intercalation d'assises marines avec *Bellerophon, Naticopsis, Chemnitzia, Schizodus, Aviculopecten, Mya-*

lina. Une autre couche est entièrement pétrie de *Myalina* écrasées. Il semblerait ainsi que ces couches sont un peu moins élevées que celles d'Haci Ratma.

On voit, d'après ce qui précède, qu'il est possible de distinguer dans le Sud oranais, au-dessus du Dinantien inférieur (A), quatre systèmes de couches (de bas en haut) :

B. Viséen. — I. Couches d'Haci Arlal à *Prod. giganteus*, principalement calcaires.

II. Couches de Menouarar à *Paralecanites, Glyphioceras, Spirifer bisulcatus, Prod. corrugatus* (*Pr. Cora*), composées de calcaires avec intercalations de schistes gréseux.

C. Moscovien-Westphalien. — I. Couches de Gherassa, schisto-gréseuses, caractérisées par la présence de grès à *Lepidodendron* et *Calamites ;* quelques intercalations de couches calcaires avec *Gastrioceras, Paralegoceras, Bellerophon.*

II. Couches d'Haci Ratma schisto-gréseuses avec flore assez riche, caractérisée notamment par *Sphenopteris Boulayi, Linopteris Munsteri.* et *Sphenophyllum emarginatum,* et faune saumâtre, *Spirorbis carbonarius, Anthracomya.*

C'est dans ces couches supérieures que la houille a été découverte, et c'est surtout à ce niveau que les recherches devront être poursuivies. Les couches de grès à Calamites fourniront le plus souvent un point de repère commode; il en sera de même de la disparition des couches calcaires. D'une manière générale, c'est dans les synclinaux que les recherches auront chance d'aboutir, aussi bien dans les régions découvertes du Sud que plus au Nord, sous la couverture des terrains secondaires. Le substratum dinantien ayant été signalé au Nord par Gentil chez les Beni-Snassen, et à 750^{km} à l'Ouest par Lenz dans la région d'Igidi, on voit qu'un champ très vaste est ouvert aux explorations.

Il est intéressant de signaler la très grande analogie que présentent les dépôts du Sud oranais avec ceux du terrain carboniférien de l'Angleterre ; il semble que nous ayons là les deux bords de cette mer transversale qui a persisté pendant presque toutes les périodes géologiques (Thétys, Mésogée, Méditerranée) et dont la partie centrale correspond aux couches à Fusulines du nord de l'Espagne et de la Carinthie. La mer à Fusulines se prolongeait à l'Est par la Russie centrale, l'Arménie, la Perse, l'Inde, la Chine, le Tonkin, les îles de la Sonde et le Japon, jusque dans l'Amérique

du Nord. C'est exactement le tracé suivi plus tard par la mer des Rudistes (Mésogée) et par celle des Orbitoïdes.

En ce qui touche plus spécialement la flore, nous ajouterons que c'est, à notre connaissance du moins, la première fois qu'on observe la flore westphalienne à une latitude aussi basse, et les listes d'espèces que nous avons données montrent qu'elle offre exactement la même composition qu'en Angleterre ou dans le nord de la France.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'une étude qu'il vient de publier dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées* sur la détermination des *axes principaux d'inertie du temps de parcours*, c'est-à-dire du système matériel formé par la dissémination, le long de la trajectoire, de l'émanation dégagée par un mobile sur les éléments successifs de cette courbe, proportionnellement au temps employé à les franchir.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les sous-groupes du groupe linéaire homogène à quatre variables et les systèmes d'équations aux dérivées partielles qui leur correspondent*. Note de M. **Le Vavasseur**, transmise par M. Émile Picard. (Extrait par l'auteur.)

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un travail qui se compose de deux Parties. Dans la première Partie, j'ai commencé l'énumération et l'étude de tous les sous-groupes du groupe linéaire et homogène à quatre variables. Dans le Chapitre I, je passe en revue les 33 groupes à un paramètre qui servent de fondement à toutes les recherches qui suivent; j'établis ces 33 types par deux méthodes différentes. Les Chapitres II et III sont consacrés aux deux familles de groupes à deux paramètres. J'ai déjà publié un Mémoire sur le même sujet dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*. Mais l'étude que je présente actuellement des mêmes groupes est plus approfondie. J'introduis la notion de caractère d'un groupe et, parmi les groupes d'un type donné, je cherche les groupes *spéciaux*, c'est-à-dire ceux dont le caractère diffère du caractère général. Ces recherches longues et délicates sont facilitées par une représentation géométrique des groupes étudiés. J'établis simultanément les changements de variables (les groupes

de substitutions linéaires) pour lesquels chaque groupe trouvé reste inaltéré. Chaque groupe est ramené à sa forme réduite. Dans la première famille, les deux transformations génératrices sont échangeables; elles ne sont pas échangeables dans la deuxième famille. Pour chaque groupe, je donne les équations finies du groupe. Le Chapitre IV traite de la première famille des groupes à trois paramètres (les transformations génératrices sont échangeables). Le Chapitre V est consacré à la structure $(X, Y) = aY$, $(Z, X) = 0$, $(Z, Y) = bY$; le Chapitre VI, à la structure $(X, Z) = \alpha X$, $(Y, Z) = \beta X + \gamma Y$, $(X, Y) = 0$; le Chapitre VII, à la structure $(Y, Z) = \sigma Z$, $(Z, X) = \rho Y$, $(X, Y) = \sigma X$, avec $\rho\sigma \neq 0$. Je signale le groupe

$$[3x_2p_1 + 4x_3p_2 + 3x_4p_3,\ 3x_1p_1 + x_2p_2 - x_3p_3 - 3x_4p_4,\ x_1p_2 + x_2p_3 + x_3p_3],$$

dont j'ai cherché les équations finies. Le Chapitre VIII est consacré aux groupes à quatre paramètres dont toutes les transformations sont échangeables. Dans le Chapitre IX, je reviens aux groupes à trois paramètres, avec la structure $(Y, Z) = 0$, $(X, Z) = 0$, $(X, Y) = aZ$.

Avec ce Chapitre se termine l'énumération des groupes à trois paramètres. Le Chapitre X est consacré, pour les groupes à quatre paramètres, à la structure $(X, Y) = 0$, $(X, T) = 0$, $(Y, T) = 0$, $(X, Z) = aZ$, $(Y, Z) = bZ$, $(T, Z) = cZ$, deux au moins des nombres a, b, c étant différents de zéro; le Chapitre XI, à la structure $(Y, Z) = aZ$, $(X, Z) = bZ$, $(X, Y) = 0$, $(T, Z) = 0$, $(T, Y) = 0$, $(X, T) = cZ$; le Chapitre XII, à la structure $(X, Y) = 0$, $(X, Z) = 0$, $(Y, Z) = 0$, $(X, T) = 0$, $(Y, T) = 0$, $(Z, T) = aX$. Dans le Chapitre XIII, très court, j'établis seulement les structures possibles pour le cas des groupes à quatre paramètres dont le groupe dérivé est à deux paramètres.

J'arrive à la deuxième Partie; il s'agit de trouver un système de m équations aux dérivées partielles du premier ordre ($m \geqq 4$) des quatre fonctions X, Y, Z, T, des variables x, y, z et t, telles que, si ξ, η, ζ, τ désignent un deuxième système de solutions également arbitraires, X, Y, Z, T considérées comme fonctions de ξ, η, ζ, τ soient encore un système de solutions du même système d'équations aux dérivées partielles (voir le Mémoire de M. E. Picard, *Journal de Liouville*, t. VIII, 4^e série, 1892). A chacun des groupes trouvés dans la première Partie correspond un tel système d'équations aux dérivées partielles. J'ai donc pris un par un les 586 groupes trouvés dans la première Partie, et j'ai cherché le système d'équations aux dérivées partielles correspondant. *J'ai intégré, en général, les systèmes obtenus*, ce qui m'a fourni des groupes continus finis ou infinis. J'ai opéré sur les formes

réduites, sauf au début, pour quelques groupes. Lorsque j'ai trouvé un système d'équations *linéaires et homogènes*, X, Y, Z, T et ξ, η, ζ, τ désignant deux systèmes de solutions, j'ai cherché quelles doivent être les fonctions f, g, h, k pour que

$$\mathfrak{X}=f(X, Y, Z, T;\ \xi, \eta, \zeta, \tau), \qquad \mathfrak{Y}=g(X, Y, Z, T;\ \xi, \eta, \zeta, \tau),$$
$$\mathfrak{Z}=h(X, Y, Z, T;\ \xi, \eta, \zeta, \tau), \qquad \mathfrak{T}=k(X, Y, Z, T;\ \xi, \eta, \zeta, \tau)$$

soit aussi un système de solutions; f, g, h, k satisfont à un système d'équations aux dérivées partielles qui se déduit du système donné toujours par une règle invariable, au moins dans tous les cas que j'ai traités.

Exemple : le système d'équations aux dérivées partielles étant

$$X_y=X_z=X_t=Y_z=Y_t=Z_t=T_x=T_y=T_z=0, \qquad X_x=Y_y=Z_z, \qquad Y_x=Z_y,$$

on a

$$\mathfrak{X}=f(X, \xi), \qquad \mathfrak{Y}=Y\frac{\partial f}{\partial X}+\eta\frac{\partial f}{\partial \xi}+g(X, \xi),$$
$$\mathfrak{Z}=Z\frac{\partial f}{\partial X}+\zeta\frac{\partial f}{\partial \xi}+\frac{1}{2}\left(Y^2\frac{\partial^2 f}{\partial X^2}+2Y\eta\frac{\partial^2 f}{\partial X\,\partial \xi}+\eta^2\frac{\partial^2 f}{\partial \xi^2}\right)+Y\frac{\partial g}{\partial X}+\eta\frac{\partial g}{\partial \xi}+h(X, \xi),$$
$$\mathfrak{T}=k(T, \tau).$$

CORRESPONDANCE.

La Commission d'organisation du **Premier Congrès international des Industries frigorifiques**, qui se tiendra cette année à Paris, en offrant à M. le *Président* le titre de Membre d'honneur, prie l'Académie de désigner un certain nombre de délégués qui participeront aux travaux du Congrès.

L'Académie désigne MM. **Haller**, **Dastre**, **Alfred Picard**.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le *XIX^e^ Bulletin chronométrique* (année 1906-1907) *de l'Observatoire de Besançon*, par M. A. Lebeuf, Directeur de l'Observatoire.

2° *Exploração do Rio do Peixe*. (Envoi de la Commission géographique et géologique de l'État de Saint-Paul.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux conjugués persistants qui comprennent une famille de lignes minima.* Note de M. L. **Raffy**.

I. En rapportant à leurs lignes asymptotiques (u, v) les surfaces réglées à génératrices isotropes, j'ai été conduit (voir *Comptes rendus*, p. 620 de ce Volume) à considérer trois solutions particulières l, m, n de l'équation d'Euler

$$\text{(E)} \qquad \frac{1}{\theta}\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = -\frac{2}{(u-v)^2},$$

savoir

$$l = \frac{2U_1}{u-v} - U_1', \qquad m = \frac{2U_2}{u-v} - U_2', \qquad n = \frac{2U_3}{u-v} - U_3';$$

les fonctions U_1, U_2, U_3 étant assujetties à la seule condition

$$U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 = 0,$$

la somme $l^2 + m^2 + n^2$ se réduit à une fonction de u. Dès lors, en vertu d'une proposition connue, l'enveloppe (S) du plan

$$lx + my + nz + p = 0,$$

où p est une solution quelconque de l'équation (E), admet le réseau (u, v) comme réseau conjugué persistant. L'intégrale générale de l'équation (E) étant

$$\theta = \frac{2(U-V)}{u-v} - U' - V',$$

on obtient ainsi des surfaces dépendant d'*une* fonction arbitraire de v et de *trois* fonctions arbitraires de u. L'équation (E) a été employée par M. Egoroff (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 24 juin 1901) et lui a donné des surfaces à réseau conjugué persistant qui dépendent d'*une* fonction arbitraire de v et de *deux* fonctions arbitraires de u. Les surfaces antérieurement obtenues par MM. Mlodziejowski et Goursat dépendent aussi d'*une* fonction arbitraire d'un argument et de *deux* fonctions arbitraires de l'autre.

II. Pour définir géométriquement le réseau (u, v) qui vient d'être considéré, remarquons que, d'après les expressions attribuées à l, m, n, les cosinus a, b, c de la normale à la surface (S) ne diffèrent de l, m, n que par

un facteur fonction de u seulement. Comme on a visiblement

$$l_v'^2 + m_v'^2 + n_v'^2 = 0,$$

on aura aussi

$$a_v'^2 + b_v'^2 + c_v'^2 = 0.$$

Ainsi les lignes $u = \text{const.}$ correspondent à une famille de lignes minima de la représentation sphérique. Or, si l'on se reporte à une indication donnée par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. I, p. 243), on reconnaît aisément qu'il existe sur toute surface deux réseaux conjugués, composés chacun d'une famille de courbes ayant précisément cette définition ([1]) et d'une famille de lignes minima de la surface. Nous les appellerons réseaux conjugués *isotropes*.

III. On peut établir que les surfaces (S) définies plus haut sont les seules pour lesquelles un réseau conjugué isotrope soit un réseau conjugué persistant. En effet, chaque ligne $u = \text{const.}$ étant une génératrice rectiligne de la sphère de Gauss, les points de cette génératrice sont dans un plan isotrope qui contient le centre de la sphère : leurs coordonnées a, b, c vérifient donc une équation linéaire et homogène dont les coefficients sont des fonctions de u. Par suite, en vertu d'un théorème dû à M. Goursat (*Amer. Journ. of Mathematics*, t. XVIII, 1896), l'équation du second ordre que vérifient a, b, c est du second rang. Comme elle doit avoir ses invariants égaux, elle revient, quand on lui donne la forme de Moutard, précisément à l'équation (E) considérée ci-dessus. Il faut alors trouver trois fonctions l, m, n vérifiant cette équation et telles que l'on ait à la fois

$$l^2 + m^2 + n^2 = \mathrm{U}(u) + \mathrm{V}(v),$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial v}\frac{l}{\sqrt{\mathrm{U}+\mathrm{V}}}\right)^2 + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{m}{\sqrt{\mathrm{U}+\mathrm{V}}}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial v}\frac{n}{\sqrt{\mathrm{U}+\mathrm{V}}}\right)^2 = 0.$$

On déduit de là que la fonction V doit se réduire à une constante et il reste

$$l^2 + m^2 + n^2 = \mathrm{U}, \qquad l_v'^2 + m_v'^2 + n_v'^2 = 0.$$

([1]) Ce sont des courbes de contact de cylindres circonscrits (à génératrices isotropes), de sorte que les réseaux conjugués persistants que nous déterminons ici complètent l'étude récemment faite par M. Egoroff (*Comptes rendus*, t. CXLV, 16 déc. 1907) des réseaux conjugués persistants dont une famille est formée par des courbes de contact de cônes circonscrits.

Dès lors, la surface rapportée à ses asymptotiques (u, v) au moyen des formules de M. Lelieuvre, où l, m, n sont les fonctions cherchées, admet les lignes $u =$ const. comme lignes minima. Or, quand une famille d'asymptotiques est composée de lignes minima, la surface est une surface réglée à génératrices isotropes. Dans sa représentation en fonction de u et v, les fonctions l, m, n ont précisément les expressions que nous leur assignons ici, ce qui justifie notre assertion.

IV. Si l'on veut trouver les surfaces (S') applicables sur une surface (S) avec conservation du réseau conjugué isotrope, on est ramené, en vertu des formules d'Olinde Rodrigues, généralisées par M. Weingarten, à chercher les cosinus directeurs (a', b', c') de leurs normales. Comme on a ici

$$l^2 + m^2 + n^2 = \mathrm{U}, \qquad d\sigma^2 = da^2 + db^2 + dc^2 = e\,du^2 + 2f\,du\,dv,$$

les fonctions a', b', c' sont définies par le système

$$a'^2 + b'^2 + c'^2 = 1, \qquad d\sigma'^2 = da'^2 + db'^2 + dc'^2 = \frac{e\,du^2}{1 + \mathrm{CU}} + 2f\,du\,dv,$$

où C est une constante arbitraire. On ramène facilement $d\sigma'^2$ à la forme

$$d\sigma'^2 = [w^2 + \varphi(u)]\,du^2 + 2\,du\,dw,$$

et, si on l'identifie avec $4(\alpha - \beta)^{-2}\,d\alpha\,d\beta$ en supposant α fonction de u, on trouve

$$2\left(\frac{\alpha''}{\alpha'}\right)' - \left(\frac{\alpha''}{\alpha'}\right)^2 = \varphi(u),$$

ce qui est une équation de Riccati, où ne figure que la seule variable u. Cette réduction analytique d'un problème qui dépend, en général, de *deux* équations de Riccati, se produit toutes les fois qu'on cherche les coordonnées d'une sphère d'après son élément linéaire, connaissant l'une des familles de lignes minima.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le poids utile maximum qu'on peut soulever en aéroplane.* Note de M. GIRARDVILLE, présentée par M. Maurice Levy.

On peut toujours décomposer comme il suit le poids d'un aéroplane :

1° a poids de l'ensemble de la charpente, de la voilure, gouvernails et accessoires;
2° m poids du système moteur propulseur (moteur, transmission, hélices, etc.);
3° x poids utile (aviateur avec ses instruments).

$a + m = \pi$ représente le poids mort de l'aéroplane et $x + \pi$ est le poids total soulevé.

Nous poserons

$$\frac{x+\pi}{\pi} = \mu, \qquad m = na \qquad \text{et} \qquad \frac{a}{S} = \alpha,$$

S étant la surface de l'aéroplane.

Appelant ε la quantité de travail nécessaire pour faire progresser l'aéroplane à la vitesse de 10^{m} sous l'angle d'attaque o, nous poserons $\frac{\varepsilon}{S} = e$.

Nous désignerons par K le coefficient de la résistance de l'air pour l'angle d'attaque auquel fonctionne l'aéroplane, par p le poids par cheval de l'ensemble moteur propulseur et par ρ le rendement global (transmissions et hélices) de ce système.

Enfin nous appellerons β le rapport entre le travail sustentateur proprement dit et le travail des résistances passives quand l'aéroplane fonctionne sous l'angle d'attaque optimus. La valeur de ce coefficient β dépend de la loi de variation de K en fonction de l'angle d'attaque.

Ces notations étant admises, si l'on écrit :

1° Que la valeur du poids total soulevé est égale à $\frac{a}{\alpha} KV^2$;

2° Que l'angle d'attaque employé i est l'angle optimus;

3° Que le travail total absorbé par l'aéroplane est égal au travail du moteur multiplié par le rendement;

on obtient trois équations d'où l'on déduit la relation

$$\frac{x+\pi}{\pi} = 56,25 \, \frac{n^{\frac{2}{3}}}{n+1} \, \frac{\beta^{\frac{1}{3}}}{(\beta+1)^{\frac{2}{3}}} \, \frac{K^{\frac{1}{2}}}{\alpha^{\frac{1}{3}} \left(\frac{p}{\rho}\right)^{\frac{2}{3}} e^{\frac{1}{6}}}.$$

Considérons maintenant une famille d'aéroplanes de grandeurs différentes, mais géométriquement semblables, pour lesquels les caractéristiques n et $\left(\frac{p}{\rho}\right)$ seront, par construction, les mêmes.

Nous admettrons que K est constant pour tous les appareils de la série. On démontre qu'il en est de même pour e et β. Enfin le coefficient α croît, en passant d'un appareil à l'autre, proportionnellement à leur rapport de similitude λ.

Si nous considérons un aéroplane donné, tel que $\frac{x+\pi}{\pi} = \mu$, nous déterminerons le poids utile x', soulevé par un autre aéroplane de la même série,

au moyen de la relation

$$\frac{x^2 + \pi\lambda^3}{\pi\lambda^3} = \frac{\mu}{\lambda^{\frac{1}{3}}}.$$

L'examen de cette relation montre aisément qu'il existe une valeur Λ de λ pour laquelle le poids soulevé X est maximum.

Cette valeur Λ est telle que $\Lambda^{\frac{1}{3}} = \frac{8}{9}\mu$.

Si l'on appelle X et Π le poids utile et le poids mort de l'aéroplane soulevant le poids utile X maximum, on aura

$$\frac{X + \Pi}{\Pi} = \frac{9}{8} \quad \text{et} \quad \frac{X}{x} = \frac{8^8}{9^9}\frac{\mu^9}{\mu - 1}.$$

Nous avons réuni, dans le Tableau ci-après, les valeurs de $\frac{\mu^9}{\mu - 1}$, $\frac{X}{x}$ et Λ pour différentes valeurs de μ :

μ.	$\frac{\mu'}{\mu - 1}$.	$\frac{X}{x}$.	Λ.
1,16	23,45	1,015	1,07
1,20	25,80	1,118	1,21
1,30	35,34	1,531	1,54
1,40	51,65	2,238	1,93
1,50	76,88	3,361	2,37
2,00	512,00	22,190	5,62
2,50	2543,00	110,012	10,98
3,00	9841,00	426,115	18,96

L'aéroplane Farman, pesant à vide 530^{kg}, a pu soulever un poids utile de 90^{kg} à 100^{kg}. La valeur de μ pour cette machine est donc environ de 1,2, nombre très voisin de la valeur $\frac{9}{8} = 1,125$ correspondant au maximum.

Si donc on cherche à construire des aéroplanes à grande puissance (il est nécessaire d'enlever un poids utile de 300^{kg}, si l'on veut sortir des applications étroitement sportives), on n'y arrivera pas en amplifiant les dimensions d'un aéroplane tel que celui de Farman. Il faudra améliorer les détails de construction, de façon à réaliser des valeurs de μ aussi grandes que possible.

Si l'on admet que les μ successifs inscrits dans la première colonne du Tableau ci-dessus soient ceux de l'aéroplane d'autant de familles distinctes, enlevant un poids utile de 100^{kg}, on voit que le poids utile maximum compatible avec chacun de ces modes de construction croît très vite avec μ.

Alors qu'il est seulement de 112^{kg} environ pour la famille d'aéroplanes caractérisée par $\mu_{100} = 1,20$, il s'élève à 2200^{kg} pour la famille où $\mu_{100} = 2$, à 11^t pour $\mu_{100} = 2,5$, et $42^t,6$ pour $\mu_{100} = 3$. Ces maxima seraient d'ailleurs en fait inaccessibles en raison des dimensions énormes des machines qui les réaliseraient. Toutefois, on obtiendrait déjà des résultats pratiques intéressants si l'on arrivait à faire $\mu_{100} = 2$ grâce à divers perfectionnements.

Dans l'état actuel de la question on peut surtout gagner sur α et K, parce que, si nos moteurs sont légers, nos charpentes sont relativement lourdes et la qualité de nos surfaces est très inférieure à celle de la voilure des oiseaux.

Mais il est intéressant de remarquer que l'avenir de l'aviation n'est pas subordonné à la découverte sensationnelle qui, par l'introduction d'un mode de construction entièrement nouveau, ou celle de procédés sustentateurs très perfectionnés, résoudra d'un seul coup le problème de l'amélioration de la fonction.

En effet, pour obtenir ce résultat on peut agir avec efficacité sur cinq variables, savoir K, α, p, ρ et e. Or, en gagnant sur chacune d'elles un tantième même peu élevé, on arrivera à augmenter le produit dans une proportion considérable, et en tous cas très suffisante pour atteindre le but poursuivi.

Il semble donc bien que l'aviation en est arrivée à ce point où, après la période héroïque du début, des résultats pratiques et puissants seront obtenus par la recherche patiente et méthodique des perfectionnements de détail.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur les conditions d'utilisation des ballons dirigeables actuels*. Note de M. le commandant **Bouttieaux**, présentée par M. Deslandres.

Les progrès récemment accomplis dans la navigation aérienne permettent de dire que le ballon dirigeable entre dans le domaine de la pratique, et qu'il peut maintenant effectuer de véritables voyages offrant le plus haut intérêt au point de vue scientifique ou militaire.

Pour obtenir du ballon dirigeable le rendement maximum, il faut le rendre capable de sortir le plus souvent possible et de naviguer le plus longtemps possible.

La fréquence des sorties est subordonnée à la vitesse propre de l'aérostat; la durée de la navigation dépend de plusieurs facteurs : l'endurance de

l'équipage, les approvisionnements de combustible et la dépense de lest. Nous examinerons en particulier ce dernier point.

On sait que le ballon libre est en équilibre instable dans l'atmosphère; le moindre alourdissement le fait descendre jusqu'à terre, et, si l'on cherche à enrayer cette descente en allégeant la nacelle, l'aérostat remonte et atteint une nouvelle zone supérieure à la première.

Avec le ballon libre ordinaire, on ne peut parer à ces ruptures d'équilibre qu'en jetant du lest, et c'est précisément cette consommation de lest qui limite la durée des ascensions.

Il en avait été de même jusqu'ici pour les ballons dirigeables. Continuer à employer ce procédé primitif eût été s'interdire tout voyage de longue durée, et il était indispensable de remplacer le brutal jet de lest par une sustentation dynamique obtenue au moyen de la force motrice dont on dispose à bord.

A cet effet, il était possible d'employer soit des hélices sustentatrices, soit des plans mobiles autour d'un axe horizontal.

C'est cette dernière solution qui est couramment usitée à bord des sous-marins; des gouvernails de plongée y permettent de régler la profondeur d'immersion et l'assiette longitudinale avec une telle précision, qu'on peut déterminer dans d'étroites limites la zone de navigation où doit se tenir le bâtiment.

Pour profiter de ces avantages, nous avons cherché, en 1906, à appliquer ces méthodes à la navigation aérienne. Le ballon se trouve, en effet, dans des conditions absolument analogues au sous-marin : la réaction des plans obliques est simplement proportionnelle à la densité du milieu; et, en raison du rapport des poids spécifiques, elle est 800 fois moindre dans l'air que dans l'eau.

Deux systèmes étaient d'ailleurs à envisager : ou bien des gouvernails à axe horizontal pouvaient être placés à l'arrière de l'aérostat, leur manœuvre devant avoir pour effet de changer l'assiette et d'incliner le ballon qui, se présentant ainsi en oblique dans le courant d'air produit par la marche en avant, devait tendre à suivre une nouvelle trajectoire, ascendante ou descendante; ou bien des gouvernails horizontaux pouvaient être installés dans le voisinage du maître-couple de l'aérostat, leur inclinaison devant simplement fournir une composante verticale, sans changer en rien l'équilibre du ballon.

Entre ces deux systèmes nous avons donné la préférence aux gouvernails

centraux, qui ont l'avantage de fournir un certain effort vertical sans provoquer l'inclinaison de l'axe longitudinal de l'aérostat, et sans donner lieu à des mouvements de tangage dangereux ou gênants.

Pour lutter contre les ruptures d'équilibre accidentelles, il suffira donc d'incliner plus ou moins les plans dans un sens ou dans l'autre, et l'on doit arriver ainsi, en réduisant la consommation de lest, à augmenter dans de notables proportions le rayon d'action des dirigeables.

L'expérience a confirmé pleinement cette manière de voir. Le ballon *Patrie* a été muni en 1906 de gouvernails de profondeur, ou ailerons, placés un peu en avant du centre de poussée, à peu près dans la même position que les nageoires latérales des poissons.

Les résultats obtenus ont été des plus concluants, et il est devenu facile d'effectuer de longues ascensions en naviguant à altitude constante par le simple jeu de ces gouvernails. C'est ainsi que pendant l'été de 1907, c'est-à-dire à l'époque de l'année où les ruptures d'équilibre sont les plus fortes, en raison de l'action intense du soleil, il a été possible d'exécuter 14 ascensions sans aucune dépense de lest, grâce à cette nouvelle méthode.

De même, les descentes peuvent être effectuées avec une dépense de lest nulle ou insignifiante et avec une vitesse très réduite. C'est ainsi que le 16 novembre 1907, *Patrie*, se trouvant à 1325^{m} d'altitude au-dessus du fort de Saint-Cyr, a pu regagner le sol sans aucune dépense de lest et avec une vitesse verticale ne dépassant pas $0^{m},50$ par seconde.

Un gouvernail horizontal a été installé en 1907 sur le dirigeable *Ville-de-Paris* et a montré également une très grande efficacité, ainsi que nous avons pu le constater personnellement dans plusieurs ascensions prolongées.

Il est d'ailleurs intéressant de constater les progrès accomplis depuis deux ans dans la navigation par ballon dirigeable.

En 1905, dans les expériences exécutées avec le dirigeable de MM. Lebaudy, le plus grand trajet accompli en circuit fermé fut le voyage de Toul à Nancy et retour, soit 50^{km} environ; la plus longue étape parcourue en ligne droite fut celle de Jouarre au camp de Châlons; elle était d'environ 100^{km} et fut franchie en $3^{h}25^{m}$. Il était difficile d'ailleurs de dépasser de beaucoup cette durée, en raison des grosses dépenses de lest nécessitées par le maintien de l'équilibre vertical du ballon.

En 1907, le dirigeable *Patrie* a exécuté en circuit fermé le trajet de Chalais à Fontainebleau et retour, lequel, complété par des évolutions au-dessus de Chalais, représente une distance de 140^{km}. Il a pu accomplir sans arrêt, par des circonstances atmosphériques peu favorables, le voyage de Chalais à

Verdun, soit une étape de 240^{km} franchie en 6^h45^m. De même, le dirigeable *Ville-de-Paris* a effectué le 24 décembre 1907 le trajet Sartrouville-Coulommiers et retour, soit un parcours total de 140^{km} et, le 15 janvier 1908, le trajet Sartrouville-Verdun avec un parcours total de 260^{km}.

Pendant ces longues ascensions, les dépenses de lest, relativement minimes d'ailleurs, n'ont eu pour objet que de gagner des altitudes supérieures et le maintien de l'équilibre vertical a été obtenu à peu près uniquement par l'emploi des gouvernails horizontaux.

Ainsi, grâce au procédé de sustentation dynamique inauguré avec le dirigeable *Patrie*, la durée possible des ascensions, si étroitement limitée autrefois par la dépense de lest, ne dépend plus guère aujourd'hui que de l'approvisionnement d'essence, calculé pour 10 heures, mais qu'il est facile d'augmenter dans certaines limites, en emportant des bidons d'essence en guise de lest.

SPECTROSCOPIE. — *Étude spectroscopique de flammes de diverses natures.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Lippmann.

Outre les avantages que nous avons signalés, notre nouvelle méthode de production des spectres de flammes [1] présente celui de permettre l'emploi de gaz dont le mélange est très explosif, comme celui de l'oxygène avec l'hydrogène ou le gaz d'éclairage. On sait que, dans ce cas, on avait été jusqu'ici réduit à introduire sous forme massive, dans le dard déjà formé du chalumeau, la substance à étudier, ce qui présentait le double inconvénient d'employer une partie de la chaleur de la source à la fusion de la matière, et de ne pas mettre à contribution toutes les parties successives de la flamme. Ayant placé sur le trajet de l'un des gaz qui se rend au brûleur une étincelle ou un arc dont la matière arrachée aux électrodes est entraînée sous forme très divisée à l'intérieur même de la flamme, nous avons pu étudier le spectre fourni par les sources suivantes : hydrogène seul, gaz d'éclairage et oxygène, hydrogène et air, hydrogène et oxygène. Nous bornerons la présente Note à l'exposé des résultats fournis par l'étude de la première de ces flammes.

---

(1) Hemsalech et de Watteville, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1338 et t. CXLV, 1907, p. 1266.

La flamme de l'hydrogène brûlant seul est, comme on le sait, fort peu éclairante; si le gaz, avant d'être enflammé, passe dans un ballon où l'on fait jaillir un arc entre des tiges de fer, ou mieux entre une tige de fer et un charbon à lumière, la flamme devient éclairante. On remarque, cependant, comme l'indique la photographie reproduite ci-contre, que la flamme est loin d'être uniformément lumineuse : la matière enlevée aux électrodes forme une sorte de colonne cylindrique détachée du brûleur et constituée par de petits filets de particules incandescentes, qui paraissent s'élever verti-

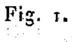
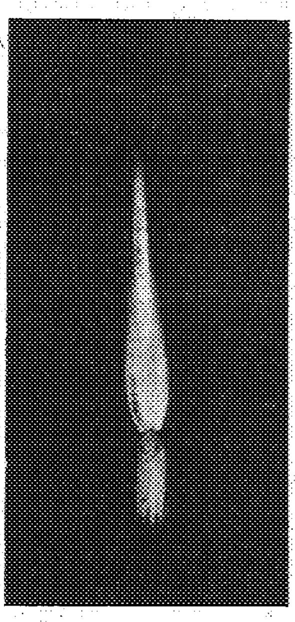


Fig. 1.



calement sans se mélanger aux parties latérales renflées de la flamme. Cette colonne lumineuse donne un spectre continu, et l'on observe à l'aide de la photographie un fort petit nombre de raies : 3860.03 du fer, très faible, 4030.84, 4033.16 et 4034.59, le triplet du manganèse, assez bien visible, et la raie 4226.9 du calcium, extrêmement faible. Ces raies proviennent probablement d'impuretés contenues dans notre hydrogène (commercial) et introduites dans la fabrication industrielle par le fer et l'acide chlorhydrique. L'enveloppe externe de la flamme n'émet que la seule raie 4226.9 du calcium.

Dans le cas où c'est sur une étincelle produite entre des électrodes de calcium que passe l'hydrogène, la flamme prend une coloration orangée sur

toute son étendue. Elle émet les bandes vertes et rouges, ainsi que la raie 4226.9, très forte, du calcium; on voit également la raie 3860.03 du fer et le triplet du manganèse, raies sans doute dues, comme nous l'avons déjà dit, aux impuretés de l'hydrogène.

On peut faire les deux remarques suivantes :

1° Ces quelques raies qui apparaissent ainsi dans la flamme de l'hydrogène sont, dans celle du mélange de gaz d'éclairage et d'air chargé de traces des substances auxquelles elles appartiennent, émises par la flamme sur toute sa hauteur, c'est-à-dire également par l'enveloppe externe qui est en contact avec l'atmosphère [1].

2° L'hydrogène entraîne bien une quantité de matière capable d'en fournir le spectre de flamme complet, car celui-ci apparaît aussitôt qu'on ouvre le robinet d'oxygène du chalumeau. Ces faits semblent donner un appui à la théorie des auteurs qui, comme M. Pringsheim, veulent voir dans les réactions chimiques la source de production des spectres par les flammes. Effectivement, dans le cas du fer, le cylindre lumineux intérieur ne fournit qu'un spectre continu, comme si, grâce à ce qu'il est séparé de l'oxygène de l'air par la partie externe de la flamme, la seule élévation de température subie par ses particules ne pouvait suffire qu'à les porter à l'incandescence. Dans le cas du calcium, c'est la flamme tout entière qui est colorée, et le voisinage immédiat de l'air permet d'expliquer la production des bandes de l'oxyde.

Lorsque le fer ne se trouve qu'à l'état de traces, sous forme d'impuretés, dans l'hydrogène en combustion, l'addition de l'oxygène provoque l'apparition de quelques raies supplémentaires du fer. Ce spectre est probablement constitué par les « raies ultimes » (M. de Gramont) du fer. En comparant notre spectre à celui de l'étoile α Cygni, dans lequel le fer est représenté par quelques raies seulement, nous avons constaté une certaine ressemblance. On remarquera que le spectre de cette étoile présente d'une façon marquée les raies de l'hydrogène. Le Tableau suivant donne la liste de ces raies du fer. Les intensités des raies du spectre de α Cygni ont été empruntées au Catalogue de Sir Norman Lockyer [2].

	Intensités (max. = 10).		
Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Flamme (Hemsalech et de Watteville).		α Cygni (Lockyer).
3720,07	3		—
3737,27	2	Ces raies coïncident avec des raies du spectre de l'étoile Sirius.	—
3745,81	1		—
3820,56	< 1		—
3824,58	< 1		—

(1) De Watteville, *Phil. Trans.*, série A, t. CCIV, 1904, p. 146.

(2) Publié par le *Solar Physics Committee*, London, 1902.

Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Intensités (max. = 10). Flamme (Hemsalech et de Watteville).	α Cygni (Lockyer).
3856,49	< 1	—
3860,03	4	3
3878,47	< 1	—
3886,38	2	2
3895,75	< 1	2
3899,80	< 1	—
3903,06	< 1	2
3920,36	< 1	1
3923,00	< 1	< 1
3928,05	< 1	1
3930,37	< 1	2-3
4045,90	< 1	3-4
4063,63	< 1	2
4071,79	< 1	2
4383,70	< 1	2
4404,88	< 1	1-2
4415,27	< 1	< 1

Un spectre continu et des bandes nous ont empêchés de voir, dans la partie violette, les quelques raies, d'ailleurs très faibles, qui se trouvent encore dans la liste de Lockyer.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la présence des raies d'étincelle dans le spectre de l'arc.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. Deslandres.

Si l'on compare le spectre d'arc et le spectre d'étincelle d'un métal, on trouve que certaines raies du second sont absentes du premier ou n'y existent qu'avec une très faible intensité. Ces raies sont spécialement désignées sous le nom de *raies d'étincelle* (*enhanced lines* de Lockyer). Leur étude, intéressante pour l'Astronomie physique, a donné lieu à de nombreux travaux.

Dans l'emploi que nous avons fait de l'arc au fer pour la mesure de repères spectroscopiques [1], et pour la préparation d'une Carte de son

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1155. — *Journal de Physique*, 4e série, t. VII, 1908, p. 168.

spectre (¹), nous avons découvert que toutes les raies d'étincelle sont émises par cette source, mais seulement par quelques parties de l'arc.

Cet arc est produit entre deux tiges de fer de 7^{mm} de diamètre, placées verticalement. Il est alimenté par une distribution de courant continu à 220 volts, avec interposition d'une résistance convenable.

Le régime le plus ordinaire de l'arc est le suivant : examiné visuellement, l'arc se présente comme formé de deux flammes, partant des deux électrodes. La flamme négative est de beaucoup la plus brillante, et la différence est d'autant plus accentuée qu'on utilise des radiations de plus grande longueur d'onde. A travers un verre rouge la flamme négative apparaît presque seule. Dans l'ultra-violet les raies données par la partie négative sont élargies, et un grand nombre d'entre elles renversées, tandis que la partie positive ne donne pas de renversements. Chacune des deux flammes semble avoir pour origine un point brillant situé sur la goutte de fer fondu qui termine chaque électrode. Ces points émettent toutes les raies d'étincelle alors que les flammes de l'arc ne les donnent pas.

Pour faire cette distinction d'origine, il faut se servir d'un spectroscope sans astigmatisme, et projeter sur la fente une image de l'arc; les raies d'étincelle apparaissent alors comme des points très brillants aux extrémités des électrodes. Si l'on élargit la fente, l'aspect est encore plus caractéristique : on a une série d'images monochromatiques de l'arc, qui se réduisent à deux points pour les raies d'étincelle.

Dans le spectre visible, les raies signalées comme *enhanced* par Lockyer (²) donnent cet aspect d'une façon frappante. C'est le cas des raies 4924 et 5018. Il en est de même des raies analogues signalées par Hale et Adams (³) dans la région rouge, par exemple les raies 6247 et 6456.

Dans l'extrême ultra-violet, les raies de cette espèce sont très nombreuses, à tel point que dans la région 2400 le rayonnement est presque entièrement émis par les deux points brillants des électrodes. Pour les petites longueurs d'onde le spectre d'arc et celui d'étincelle sont très différents. Il y a des raies particulières à chaque source et des raies communes. Sur nos clichés ces diverses raies se distinguent très nettement : les raies d'étincelle (2493,

---

(¹) Les Cartes actuellement existantes du spectre du fer ne sont pas pleinement satisfaisantes. Nous en préparons une qui paraîtra très prochainement dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*.

(²) *Proceedings of the Royal Soc. of London*, t. LXV, 1900, p. 458.

(³) *Astrophysical Journal*, t. XXV, 1907, p. 75.

2664, 2684, 2693) apparaissent seulement aux électrodes; les raies d'arc (2679, 2689, 2735) se montrent dans la flamme sans renforcement aux extrémités; les raies communes (2395, 2413, 2563) apparaissent dans la flamme avec renforcement aux électrodes.

Ces propriétés ne sont pas particulières à l'arc au fer : nous les avons aussi observées sur l'arc entre tiges de nickel ou de cuivre. On ne les avait pas rencontrées jusqu'ici probablement parce que l'on s'est servi de réseaux concaves doués d'astigmatisme, qu'on a souvent disposé l'arc perpendiculairement à la fente, et qu'enfin on a surtout étudié l'arc en plaçant le métal sur des pôles de charbon. Il faut toutefois rappeler qu'un cas analogue a été observé par Hartmann (¹) pour la raie d'étincelle 4481 du magnésium.

Lockyer attribue la production des raies d'étincelle à une température particulièrement élevée. Dans le cas de l'arc, il faudrait supposer que la température est plus élevée au voisinage immédiat des électrodes; il est difficile de dire s'il en est ainsi. Nous avons constaté que la limite d'interférence pour les raies émises par les points brillants des électrodes est sensiblement la même que pour les autres raies et que, par suite, leur largeur n'est pas plus grande. Ce fait n'est pas favorable à l'hypothèse d'une température plus élevée. On peut, avec plus de vraisemblance, attribuer la production des raies d'étincelle à la chute de potentiel rapide qui existe au voisinage des électrodes. Les ions prendraient là comme dans l'étincelle des vitesses très grandes et leurs chocs plus violents donneraient lieu à l'émission de raies qui ne se produiraient pas avec des vitesses plus faibles. La température ne jouerait, dans le cas actuel, aucun rôle dans la production des raies d'étincelle. D'autre part, la température seule, si elle est suffisamment élevée, peut donner les mêmes vitesses sans aucun phénomène d'origine électrique. Dans un rayonnement purement thermique, les raies d'étincelle seraient des raies de température élevée. En résumé, la condition d'émission de ces raies serait l'existence de vitesses très grandes, ces vitesses étant dues, selon les cas, à la présence d'un champ électrique ou au mouvement d'agitation thermique.

L'émission des raies d'étincelle par les points brillants des électrodes explique certains faits curieux. Toute cause qui diminue l'intensité et la longueur des flammes de l'arc tend à produire une prédominance des raies d'étincelle. Ainsi l'arc sous l'eau émet ces raies, comme l'ont montré Hartmann et Eberhard (²) dans le cas du magnésium, du zinc et du cadmium. Il en est de même pour l'arc à très faible intensité, forcément très court, surtout si la tension est peu élevée.

Indiquons en terminant que l'arc au fer peut présenter un autre régime

(¹) *Astrophysical Journal*, t. XVII, 1903, p. 270.
(²) *Astrophysical Journal*, t. XVII, 1903, p. 229.

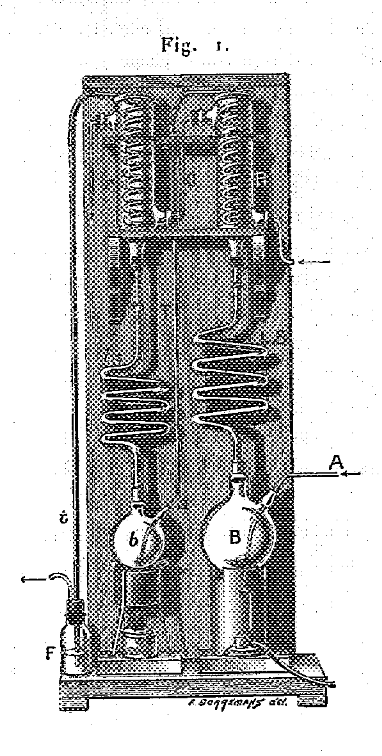
que celui qui vient d'être décrit : il en diffère en ce que le point brillant n'existe plus que sur la cathode, qui seule émet une flamme; le point et la flamme de l'anode ont disparu.

Quand on passe du premier régime au second, pour une même longueur de l'arc, la différence de potentiel entre les électrodes subit un accroissement notable.

CHIMIE. — *Nouvelle méthode de dosage de la vapeur de mercure dans l'air.* Note (¹) de M. P. Ménière, présentée par M. Armand Gautier.

Chargé par feu le professeur Panas de créer, dans un but thérapeutique, un appareil à inhalations d'air mercurisé, j'ai dû rechercher une méthode qui

Fig. 1.



permît de doser d'une façon précise les quantités minimes de vapeurs mercurielles mélangées à l'air respiré.

(¹) Présentée dans la séance du 30 mars 1908.

Après avoir essayé les papiers imprégnés d'azotate d'argent ammoniacal, de chlorure d'or ou de palladium, etc. (*Merget*), réductibles sous les influences les plus diverses, le barbotage dans l'acide nitrique pour oxyder le mercure, etc., j'ai dû, sur le conseil de M. le professeur Gautier, dans le laboratoire duquel a été exécuté ce travail, recourir au mélange intime de l'air mercuriel avec les vapeurs bouillantes d'acide azotique. J'ai pu fixer ainsi la totalité du métal à l'état de nitrate que je dose ensuite comme on le verra plus loin.

L'appareil que j'emploie se compose d'un ballon en verre de 1500^{cm^3} muni de deux tubulures rodées; la première est traversée par un tube, destiné à amener le gaz à la partie inférieure; sur la deuxième s'adapte verticalement un tube serpentin Lebel-Schlœsing de gros diamètre à six spires allongées. A la suite un petit serpentin de 1^m de long à spires rapprochées plonge dans une allonge bitubulée pour l'arrivée et le départ de l'eau destinée au refroidissement. Pour éviter toute perte, ce système est relié à un second presque identique comme le montre la figure ci-jointe.

Comme accessoires un compteur à air et une trompe d'aspiration.

Mode opératoire.—Verser 125^g d'acide nitrique pur à 40° B. dans le premier ballon et 75^g dans le deuxième; après avoir fait communiquer l'appareil, d'un côté avec le compteur et la trompe à eau et de l'autre avec le mélange d'air et de vapeurs mercurielles, on chauffe jusqu'à ébullition et commencement de condensation. A ce moment on fait fonctionner la trompe de telle sorte qu'il passe 1^l d'air par minute. La quantité totale doit varier entre 100^l et 1000^l suivant les circonstances.

Cette première opération bien conduite, on laisse refroidir l'acide qui tient alors en dissolution l'azotate mercurique et l'on doit retrouver *très exactement* le poids initial de 200^g d'acide. S'il en était autrement c'est que la trompe aurait fonctionné trop tôt ou trop vite ou encore que les serpentins supérieurs auraient été insuffisamment refroidis.

La solution acide versée dans une capsule est évaporée très lentement à la température de 50° environ. Lorsqu'il ne reste plus que 4 à 5 gouttes de liquide on y verse 20^{cm^3} d'eau distillée.

Dosage. — Les quantités de mercure ainsi recueillies dans les cas les plus fréquents sont tellement minimes que les procédés de dosage ordinaires ne sont pas applicables. J'ai donc dû instituer deux méthodes : l'une destinée à l'analyse des solutions renfermant moins de $\frac{1}{10000}$ de leur poids de mercure, l'autre pour les doses supérieures.

La première repose sur l'emploi de la diphénylcarbazide du professeur Cazeneuve et qui donne dans les sels de mercure un précipité de diphénylcarbazone mercurique bleu pensée dans les solutions fortes jusqu'au $\frac{1}{100000}$, violet rose dans les solutions du $\frac{1}{100000}$ au $\frac{1}{1000000}$ et rose violacé du $\frac{1}{1000000}$ au $\frac{1}{5000000}$ de mercure et même au-dessous.

Cet élégant réactif fournit des résultats particulièrement nets dans les solutions *d'azotate* mercurique à la condition qu'elles soient très étendues, absolument pures et qu'elles ne contiennent pas au début plus de 0,5 pour 100 d'acide nitrique. Le réactif

s'obtient en faisant dissoudre à froid $0^g,25$ de diphénylcarbazide dans 100^g d'alcool à 40° C. très pur. On laisse digérer 24 heures et l'on filtre.

J'ai fait imprimer une échelle colorimétrique qui comprend 12 teintes correspondant aux quantités suivantes de mercure :

$0^g,01$ pour 100; 0,0075; 0,005; 0,0025; 0,001; 0,00075; 0,0005; 0,00025; 0,0001; 0,000075; 0,00005; 0,000025 pour 100 de liqueur.

Les 20^{cm^3} de liqueur mercurielle de l'opération précédente sont divisés en quatre parties égales. La première partie, soit 5^{cm^3}, versée dans un tube gradué est additionnée de 1^{cm^3} du réactif; deux cas peuvent se présenter : 1° la teinte obtenue est inférieure à la teinte n° 1 et il suffit de trouver la teinte similaire et de lire la quantité correspondante de mercure; 2° elle est superposable à la teinte maxima 1 et alors il faut recourir à ma deuxième méthode, car elle peut correspondre à toutes quantités égales ou supérieures à $\frac{1}{10000}$. A cet effet j'emploie une liqueur titrée obtenue par solution de $4^g,50$ d'iodure de sodium bien sec dans 1^l d'eau distillée. Ce réactif très sensible, versé dans les solutions de nitrate mercurique, donne un précipité blanc, rose ou rouge suivant leur titre, soluble dans un excès de réactif. Sachant que 1^{cm^3} de solution iodurée correspond à $0^g,001$ de Hg pur précipité puis redissous, il est aisé, en la versant *goutte à goutte et très lentement*, dans 5^{cm^3} de liquide à analyser, d'en déduire la quantité cherchée.

J'ai pu déterminer par ces deux méthodes les quantités de mercure entraînées par le passage de l'air, à des températures de 12° à 100°, sur des amalgames ($0^g,0004$ à 0,19 par mètre cube d'air), sur le mercure métallique ($0^g,0006$ à 0,42), sur la buée mercurielle ($0^g,0009$ à 0,84), sur l'onguent mercuriel ($0^g,0005$ à 0,08 à 30°), sur les flanelles de Merget ($0^g,0008$ à 0,66), etc. L'analyse de l'air d'une pièce à 15° non aérée et contenant une cuve à mercure de $0^m,90 \times 0^m,40$ a donné le cinquième jour $0^g,003$ pour 1^{m^3} et le quinzième $0^g,009$. L'air d'une chambre logeant un lapin frictionné quotidiennement à l'onguent mercuriel contenait le troisième jour $0^g,006$ par mètre cube; le huitième, $0^g,012$ ($t = 15°-18°$). Le mercure varie ainsi de $\frac{1}{3000000}$ à $\frac{1}{1500}$ du poids de l'air suivant les conditions.

Les méthodes et l'appareil décrits plus haut pourront fournir d'utiles indications dans les hôpitaux; dans les chambres de malades soumis aux frictions mercurielles, ainsi que dans les mines de mercure. Ils renseigneront sur la teneur en mercure des atmosphères des locaux insalubres où travaillent les miroitiers, doreurs, fabricants de thermomètres, baromètres, etc. Ils nous semblent pouvoir être aussi utilisés par les physiciens pour vérifier les tensions de vapeur du mercure qui depuis les travaux de Regnault ont été reprises par Hagen en 1882, par Ramsay et Young en 1886 et par Edward-W. Morley, en 1904, sans qu'on ait pu fixer leurs vraies valeurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la combustion par incandescence des gaz en présence des corps oxydables et des corps incombustibles.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

Les corps incandescents localisent la combustion à leur surface, et la manière singulière dont ils se comportent au sein des gaz explosifs, de même que le mécanisme de la combustion sans flamme s'expliquent facilement par cette propriété (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1161 et t. CXLVI, p. 539). Les résultats expérimentaux sont différents, suivant que le corps incandescent est une substance oxydable ou une substance incombustible.

A la température ordinaire, l'affinité chimique de l'oxygène pour l'hydrogène, pour le carbone, ou pour leurs composés ne se manifeste pas dans leurs mélanges gazeux, quoique l'état gazeux, rendant le mélange parfait, eût dû favoriser considérablement la réaction : c'est qu'aucune attraction n'est exercée par les molécules comburantes sur les molécules combustibles, ou *vice versa*. A la température de l'inflammation, au contraire, l'attraction se manifeste soudaine et très vive; c'est une attraction de molécule à molécule ou attraction chimique qui dépend des proportions du mélange, de même que sa vitesse de propagation, autrement dite *explosion*. L'attraction chimique est généralement accompagnée d'une attraction à distance, *attraction de masse* ou *attraction physique*. Cela est manifeste dans le cas d'un combustible solide qui, ayant dégagé toute sa matière volatile, continue à brûler sans flamme : les molécules du corps solide ne pouvant se déplacer, il faut bien que les molécules d'oxygène aillent à leur rencontre. Celles-ci sont attirées seulement quand le solide est porté à une température suffisante : ce qui se passe à la surface d'un charbon en ignition en est la preuve. Voici à ce sujet une expérience, dans laquelle l'oxygène, un gaz combustible, et un métal oxydable incandescent, le fer se trouvent en présence.

Le métal est une spirale de fil de clavecin, longue de 1^m et pesant $0^g,335$; elle est placée dans une éprouvette renversée sur la cuve à eau, au milieu d'un mélange de 100^{cm^3} de grisou et d'air, dosant 9,2 pour 100 de méthane et 18,5 pour 100 d'oxygène. La spirale, portée au rouge par un courant électrique, s'oxyde et son poids s'accroît de $0^g,0115$; cette augmentation correspond à la fixation de $8^{cm^3},5$ d'oxygène. Dans le gaz résiduel, la potasse n'indique pas une quantité sensible de CO^2, tandis que le pyrogallate fixe 10 pour 100 d'oxygène, ce qui vérifie exactement les chiffres du dosage initial et démontre que l'hydrocarbure n'a été aucunement brûlé. Le volume du fil de clavecin était de 40^{mm^3}, par conséquent 2500 fois moindre que le volume gazeux.

L'oxygène a subi l'attraction à distance, car les mouvements de convection du gaz n'auraient pas suffi pour amener au contact du métal rouge la quantité qui s'est combinée; en outre, l'oxygène a pénétré dans la masse, formant ainsi une couche d'oxyde qui se détache facilement. Cette succession de phénomènes n'a duré que quelques secondes. Les fils de plomb présentent des particularités analogues tout aussi frappantes.

Les métaux en général, mis sous forme de toiles métalliques ou de disques perforés, ne restent pas incandescents quand ils ont été chauffés et qu'ils sont ensuite traversés par un mélange gazeux inflammable. Cependant, d'autres que le platine peuvent acquérir la propriété d'entretenir la combustion sans flamme, je l'ai démontré dans ma précédente Note [1] (p. 539). Certains oxydes au contraire possèdent cette propriété à un haut degré.

L'expérience la plus simple sur ce sujet consiste à approcher le squelette de cendres d'une allumette à moitié consumée de la flamme d'une bougie ordinaire. A 4^{mm} environ de la flamme apparente, elles deviennent incandescentes; à 1^{mm} ou 2^{mm}, l'incandescence est tellement vive que l'œil ne peut en soutenir l'éclat. Vis-à-vis de la matière incandescente qu'on promène le long de la flamme, la partie éclairante de cette flamme paraît échancrée par suite de faits de l'ordre de ceux que j'ai analysés au début de cette Note.

L'intensité de l'incandescence ne dépend donc pas seulement de la nature de la substance incandescente, mais de la composition du mélange inflammable qui l'entoure. Je me propose de continuer ces recherches qui conduiront naturellement à l'étude de la combustion du gaz en présence des manchons incandescents.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les variations de composition du phosphomolybdate d'ammoniaque : application au dosage du phosphore dans les fers, fontes et aciers.* Note de M. G. Chesneau, présentée par M. A. Carnot.

Les coefficients d'analyse donnant la teneur en phosphore du phosphomolybdate d'ammoniaque obtenu dans des conditions déterminées varient notablement d'un auteur à l'autre : c'est ainsi que la composition trouvée par H. Debray pour le précipité obtenu en liqueur azotique

$$(P^2O^5, 20MoO^3, 3Am^2O, 3H^2O)$$

correspond à 1,918 pour 100 de phosphore, tandis que celle admise par

(1) Le disque qui m'a servi était en nickel; j'ai indiqué par erreur qu'il contenait du cuivre, trompé par la coloration verte de la flamme due aux pièces accessoires en cuivre.

A. Carnot pour le précipité produit en présence de sels ammoniacaux

$$(P^2O^5, 24MoO^3, 3Am^2O, 3H^2O)$$

conduit au coefficient 1,628, qui est lui-même supérieur à celui 1,574 donné par Rivot.

Les causes d'erreur que j'ai signalées dans ma Communication du 28 octobre 1907 : dissolution du phosphomolybdate dans les liquides de lavage, surcharge par entraînement de tétramolybdate d'ammoniaque insoluble dans les sels ammoniacaux, ne sont peut-être pas étrangères à ces divergences; mais elles m'ont paru trop fortes, étant donnée l'habileté des auteurs précités, pour ne pas tenir surtout à quelque propriété inhérente au corps en question, et j'ai pensé qu'il serait possible de la mettre en lumière par des essais systématiques, exécutés en faisant varier la concentration des corps présents dans l'eau mère où s'effectue la précipitation. Cette prévision a été confirmée par les résultats de cette étude, dont je n'exposerai ici que les principaux, en renvoyant pour le détail au Mémoire plus étendu qui paraîtra dans la *Revue de Métallurgie*.

Des poids variés d'orthophosphate de soude ont été précipités par chauffage pendant 2 heures 30 minutes à 45° avec 50^{cm^3} de réactifs molybdiques de compositions différentes. Voici les résultats de deux séries faites, l'une (I) avec un réactif contenant par litre 50^g de molybdate d'ammoniaque cristallisé et 500^{cm^3} d'acide azotique de $d = 1,20$, l'autre (II) avec le même réactif additionné de 5^g de nitrate d'ammoniaque par essai :

	Série I.		Série II.	
Poids de phosphore de la prise d'essai.	Poids de phosphomolybdate séché à 105°.	Proportion pour 100 de phosphore.	Poids de phosphomolybdate séché à 105°.	Proportion pour 100 de phosphore.
mg 6,648	mg 393,0	1,69	mg 412,0	1,62
4,443	262,4	1,69	277,9	1,60
2,205	122,6	1,79	142,0	1,58
1,115	59,5	1,87	74,5	1,51
0,554	25,5	2,17	39,7	1,41
0,277	12,3	2,25	23,3	1,28

L'addition de AzO^3Am aux eaux mères de la série I n'ayant pas donné de nouveau phosphomolybdate, les différences de poids considérables des précipités correspondants des deux séries ne peuvent s'expliquer que par une variation de composition du phosphomolybdate, variation d'ailleurs *continue* dans chaque série, ainsi que le montre la progression très régulière des coefficients.

Cette variation est en corrélation étroite avec la forme cristalline des précipités examinés sous un assez fort grossissement. Les précipités de la série I (réactif sans nitrate) sont tous formés de très petits cristaux du système cubique (cubes, octaèdres, et surtout dodécaèdres rhomboïdaux), inactifs à la lumière polarisée, très limpides, et d'un jaune d'autant plus vif qu'ils contiennent plus de phosphore. Ceux de la série II (réactif avec nitrate) ne sont plus formés de cristaux proprement dits, mais uniquement de *cristallites* en forme de trépieds représentant les arêtes du cube, et se projetant dans le champ du microscope sous forme d'étoiles à 6 branches ou de croix, suivant leur orientation. Les branches de ces cristallites ont des contours arrondis et sont criblées de cassures montrant qu'elles sont formées d'une infinité de petits grains accolés. Leur couleur est d'un jaune moins vif que celle des cristaux de la série I, et d'autant plus pâle que la teneur en phosphore diminue. Ces cristallites, très fragiles, sont également sans action sur la lumière polarisée.

Enfin, lorsque la concentration en phosphore est très faible, les contours des étoiles s'empâtent et deviennent irréguliers; de plus, on voit apparaître par place des aiguilles incolores de tétramolybdate d'ammoniaque, fortement biréfringentes.

Cette variation continue de la teneur en phosphore suivant les concentrations respectives de l'acide phosphorique, de l'acide molybdique et des sels ammoniacaux doit, à notre avis, faire envisager les précipités de phosphomolybdate d'ammoniaque non pas comme des composés définis proprement dits, mais plutôt comme des mélanges d'un composé défini avec des quantités variables d'acide molybdique (ou de tétramolybdate) dépendant de ces concentrations, le mélange paraissant homogène dans les cristaux de la série I, hétérogène dans les cristallites de la série II.

Ces variations de teneur en phosphore de phosphomolybdate d'ammoniaque suivant la composition du liquide où il se forme, expliquent aisément les divergences des coefficients proposés par les différents auteurs, indépendamment des autres causes que j'ai précédemment indiquées; de plus, la convergence des coefficients de la série II vers le coefficient 1,62, quand la concentration relative du phosphore augmente (convergence retrouvée dans d'autres essais nombreux), justifie pour des précipités d'une certaine importance les coefficients très voisins de ce chiffre, indiqués par plusieurs auteurs, et notamment celui de 1,628 proposé par A. Carnot.

En formant les précipités en liqueur ferrique, j'ai obtenu exactement les mêmes variations continues de teneur en phosphore suivant la composition du réactif molybdique, avec des surcharges additionnelles tenant à l'entraînement de molybdate ferrique pour les précipités produits avec nitrate d'ammoniaque. Ces résultats confirment pleinement l'utilité, en vue d'obtenir un précipité à composition constante, de la redissolution du pré-

cipité dans l'ammoniaque et de sa reprécipitation par l'acide azotique, caractérisant la méthode dite *par double précipitation*, de A. Carnot.

J'ai constaté, en effet, par de nombreuses séries d'essais, que la méthode par double précipitation est susceptible de donner des précipités de composition bien constante, à la condition d'observer les précautions suivantes :

1° Employer, par gramme de métal, 50^{cm^3} de réactif molybdique frais (contenant par litre : 50^g de molybdate d'ammoniaque cristallisé, 50^{cm^3} d'ammoniaque concentrée et 500^{cm^3} d'acide azotique de densité 1,20, réactif préparé à froid) et 5^g de nitrate d'ammoniaque;

2° Faire la première précipitation entre 65° et 70° (1 heure 30 minutes), de façon à éviter toute production de tétramolybdate d'ammoniaque;

3° Dissoudre toujours le précipité par la même quantité d'ammoniaque (50^{cm^3} d'ammoniaque au quart); après avoir réacidifié par l'acide azotique concentré, attendre que le précipité se soit reformé pour rajouter dans l'eau mère 15^{cm^3} de réactif molybdique; maintenir 2 heures à 40°, et laver le précipité à l'eau pure.

En opérant ainsi, le phosphomolybdate de seconde précipitation, reformé dans une eau mère ne contenant que du nitrate acide d'ammoniaque, a une composition constante, indépendante de la concentration en phosphore : desséché à 105°, il contient 1,60 pour 100 de phosphore; redissous dans l'ammoniaque et évaporé à sec, puis chauffé jusqu'à 400° à 450°, il donne un pyromolybdate bleu à 1,69 pour 100 de phosphore.

CHIMIE MINÉRALE. — *Chlorures de dimercuriammonium ammoniacaux.* Note de M. H. **Gaudechon**, présentée par M. A. Ditte.

L'étude thermochimique du composé $AzHg^2Cl, AzH^4Cl$ aussi formulé AzH^2HgCl (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1421) m'avait conduit à envisager ce corps comme le sel d'une base complexe.

En faisant agir AzH^3 liquéfié ou gazeux sec à 10°-15° sur le $AzHg^2Cl.H^2O$, j'ai obtenu un corps jaune serin amorphe, répondant à la formule $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$. Ce composé se produit également dans l'action de AzH^3 liquéfié sur le $(HgO)^3.HgCl^2$ et aussi par un contact prolongé du $AzHg^2Cl.H^2O$ et d'une solution de AzH^3 dans l'alcool absolu.

Analyse. — Trouvé : $Hg = 87,3$; $Az = 4,51$; $Cl = 7,6$. — Calculé pour $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$: $Hg = 87,33$; $Az = 4,58$; $Cl = 7,74$.

L'état du $AzHg^2Cl.H^2O$ employé dans la préparation n'est pas indiffé-

rent; il faut opérer de préférence avec le corps obtenu à basse température (10^o-15^o), lavé à l'eau froide et séché à froid sur P^2O^5 dans le vide. Pour obtenir le $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$ on le sèche vers 50^o dans un courant de AzH^3.

Le $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$ est stable à 100^o en l'absence d'eau. Il supporte même une température de 170^o C. dans le vide pendant quelques minutes sans se décomposer, c'est donc un corps très stable; il m'a été impossible jusqu'ici d'en séparer le groupement $AzHg^2Cl$, pas plus qu'on ne réussit à le séparer du composé $AzHg^2ClH^2O$.

En raison de certaines singularités observées dans l'action plus prolongée de la chaleur sur ce dérivé ammoniacal, je réserve pour l'instant l'étude plus détaillée de cette question.

Action de l'eau. — A 15^o le corps est décomposé en $AzHg^2Cl.H^2O$ et AzH^3 dissous, l'eau intervenant dans la réaction. En présence d'une solution concentrée de AzH^3 ($200^g = 1^l$) le corps ne se décompose que très lentement; il est à présumer qu'il serait stable en présence d'une solution de AzH^3 plus concentrée sous pression.

Par contre, le $AzHg^2Cl.H^2O$ ne paraît pas modifié après 1 mois de contact avec une solution concentrée de AzH^3 dans l'eau.

La potasse à froid dégage le AzH^3 additionnel; à chaud, elle décompose le corps en HgO cristallisé brun, AzH^3 et KCl.

Action de HCl *dissous.* — Le $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$, instable en présence d'eau, donne, avec HCl dilué, $2AzHg^2ClH^2O + AzH^4Cl$ dissous, lesquels se recombinent lentement pour donner $AzHg^2ClAzH^4Cl$ et $AzHg^2Cl.H^2O$. On ne peut donc obtenir, en présence de l'eau, un composé $(AzHg^2Cl)^2AzH^4Cl$; c'est le $AzHg^2ClAzH^4Cl$ qui se forme; il est stable, comme on sait, en présence d'une solution diluée de AzH^4Cl. L'existence du composé $(AzHg^2Cl)^2AzH^4Cl$, qui serait le chlorhydrate du corps étudié, est possible, mais en l'absence d'eau; de même que le composé $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$ n'existe pas davantage en présence de ce solvant.

Données thermochimiques. — La dissolution du $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$ sol. dans 24 KCAz dégage $+121^{Cal},5$. On en déduit que

$$(AzHg^2Cl)^2.2H^2O\,\text{sol.} + AzH^3\,\text{gaz.} = (AzHg^2Cl)^2AzH^3\,\text{sol.} + 2H^2O\,\text{liq.}$$

dégage $+10^{Cal},2$ ($+5^{Cal},9$ à partir de AzH^3 liquéfié; $+1^{Cal},4$ à partir de AzH^3 dissous).

La chaleur de formation à partir de $(AzHg^2Cl)$ sol. et AzH^3 gaz. serait

$$(+10^{Cal},2 + q = Q),$$

q étant la chaleur de fixation de $2H^2O$ sol. sur $(AzHg^2Cl)^2$ que j'ai évaluée hypothétiquement et par analogie à $+3^{Cal},3$, de telle sorte qu'on aurait pour Q une valeur $\geqq 13^{Cal},5$.

Ces données expliquent la possibilité d'obtenir ce corps à la faveur de l'énergie fournie par AzH^3 sous l'état gazeux ou liquéfié; elles montrent, en outre, que la réaction, à partir de AzH^3 dissous, ne dégage presque pas de chaleur, indice d'une réaction limitée.

Action de AzH^3 *gazeux*. — Le $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$ est capable de fixer à 0° le gaz AzH^3 sec pour donner le composé $(AzHg^2Cl)AzH^3$ instable dans ces conditions; pour m'assurer de son existence, j'ai vérifié que le système

$$(AzHg^2Cl)^2AzH^3 \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz.} \rightleftharpoons (AzHg^2Cl)^2(AzH^3)^2$$

obéit à la loi des tensions fixes (système hétérogène univariant).

Les pressions du gaz AzH^3, sous l'influence desquelles $AzHg^2ClAzH^3$ est en équilibre, sont à :

$t = -21^\circ$	$p = 21^{cm}$ Hg
$t = \quad 0$	$p = 38$ Hg
$t = +\ 8$	$p = 62$ Hg

La courbe passant par ces trois points est sensiblement parallèle et voisine de celle obtenue pour le composé AgCl, $3AzH^3$ par Isambert (*Annales de l'École Normale*, 1868).

En extrapolant on peut admettre que vers 13° le corps a une tension voisine de 76^{cm} Hg. Par application de la loi énoncée par M. Matignon (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899) relative à la constance de la variation d'entropie dans les systèmes semblables, se dissociant avec une même pression de dissociation, on peut déduire que la chaleur de fixation de la deuxième molécule de AzH^3 est d'environ $+9^{Cal},4$, en admettant pour les chlorures ammoniacaux que $\frac{Q}{T} = 0,033$. Quantité de chaleur notablement inférieure à la fixation de la première molécule.

Il résulte de ces faits qu'aux deux composés $(AzHg^2Cl)^2H^2O$ et $AzHg^2Cl.H^2O$ correspondent deux dérivés $(AzHg^2Cl)^2AzH^3$ et $(AzHg^2Cl)AzH^3$ dans lesquels les éléments de l'eau sont remplacés par les éléments du gaz ammoniac, fait non isolé dans les combinaisons de la Chimie minérale. On peut considérer ces corps comme des chlorures de dimercuriammonium ammoniacaux, dans lesquels le groupement $AzHg^2Cl$, non isolé jusqu'ici, se comporte comme un véritable chlorure métallique.

D'autre part le composé $AzHg^2Cl$, AzH^4Cl de Rammelsberg, Pesci et Ray, écrit AzH^2HgCl par Hoffmann, Marburg et Stromhölm, peut être considéré comme le chlorhydrate de la base complexe ammoniacale précitée : qu'on peut écrire $[(AzHg^2Cl)AzH^3]HCl$, plutôt que comme un sel double, et de même que $PtCl^4.2KCl$ s'écrit plus logiquement $PtCl^6K^2$; ceci dit sans

préjuger des formules de constitution qu'on peut attribuer à ce genre de composés, question que je réserve pour l'instant, désirant avant tout généraliser ces quelques faits.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'arbutine et quelques-uns de ses dérivés, considérés au point de vue de leur pouvoir rotatoire et de leur dédoublement pa l'émulsine.* Note [1] de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

Au cours de nos recherches sur les glucosides, nous avons été amenés à énoncer la proposition suivante : *Tous les glucosides hydrolysables par l'émulsine dérivent du glucose d et sont lévogyres.* Cette proposition s'applique à tous les glucosides de ce groupe nouvellement découverts [2]. On pourrait ajouter qu'elle s'applique également à tous les autres si, parmi ceux-ci, il n'en existait quelques-uns dont les propriétés optiques n'ont pas encore été spécialement étudiées. L'arbutine est un de ces derniers, et il nous a semblé qu'il y aurait intérêt à rechercher si ce glucoside, lui aussi, rentrait dans la règle commune.

Nous nous sommes trouvés, à l'origine de ce travail, en présence d'une assez grande difficulté résidant dans ce fait que l'arbutine, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OC^6H^{11}O^5\\OH\end{matrix}\right.$, en tant que glucoside fournissant par hydrolyse 1^{mol} de glucose *d* et 1^{mol} d'hydroquinone (Strecker), n'a pas été jusqu'ici, à notre connaissance, obtenue à l'état de principe immédiat pur. Le produit désigné sous ce nom est, d'après H. Schiff et d'autres auteurs, un mélange d'arbutine vraie et de méthylarbutine, ce qui explique pourquoi, par hydrolyse, on obtient à la fois de l'hydroquinone et de la méthylhydroquinone. On n'a même pas pu, par cristallisations fractionnées, séparer les deux glucosides; aussi plusieurs chimistes, J. Habermann surtout, ont-ils prétendu que l'arbutine était, non pas le mélange mentionné ci-dessus, mais un glucoside beaucoup plus complexe, $C^{25}H^{34}O^{14}$, renfermant les éléments de l'hydroquinone, de la méthylhydroquinone et du glucose.

---

(1) Présentée dans la séance du 30 mars 1908.

(2) Aucubine (Bourquelot et Hérissey, 1902), sambunigrine (Bourquelot et Danjou, 1905), prulaurasine (Hérissey, 1905), jasmiflorine (Vintilesco, 1906), taxicatine (Lefebvre, 1906), bakankosine (Bourquelot et Hérissey, 1907), verbénaline (Bourdier, 1907).

Nous avons pensé qu'une simple observation cryoscopique trancherait cette question.

La cryoscopie dans l'eau d'un produit commercial, convenablement purifié, a donné pour le produit sec : M = 268.

Le poids moléculaire théorique pour $C^{12}H^{16}O^7$ est 272, valeur tout à fait en désaccord avec la formule d'Habermann; c'est donc l'opinion de Schiff, d'ailleurs la plus généralement admise, qui est conforme à la réalité.

Avant purification, ce produit non desséché donnait une solution aqueuse, $\alpha_D = -61°,76$. Après purification, on a trouvé, toujours pour le produit non desséché, $\alpha_D = -61°,3$. Ce dernier produit a perdu, par dessiccation à 120°-125°, 5,15 pour 100 d'eau, ce qui conduit pour la matière sèche à un pouvoir rotatoire de $-64°,7$.

Nous avons préparé trois dérivés de l'arbutine déjà connus, afin de les étudier au point de vue de leur pouvoir rotatoire et de leur hydrolyse éventuelle par l'émulsine : la méthylarbutine, la benzylarbutine et la dinitroarbutine.

Méthylarbutine $C^6H^4\begin{cases}OC^6H^{11}O^5\\OCH^3\end{cases}$. — Ce dérivé a été obtenu, en suivant les indications de H. Schiff, par action de l'iodure de méthyle. On transforme ainsi l'arbutine du mélange en méthylarbutine, et alors le tout se trouve constitué par ce dernier composé. La méthylarbutine obtenue fondait, après dessiccation, à 175°-176° (corr.). Son pouvoir rotatoire était, pour le produit sec et en solution aqueuse, $\alpha_D = -63°,43$.

En ajoutant de l'émulsine à une solution aqueuse à 2 pour 100, on a constaté, au bout de quelques jours, que la rotation, d'abord gauche, avait passé à droite, et que le liquide réduisait alors fortement la liqueur cupro-potassique.

Benzylarbutine $C^6H^4\begin{cases}OC^6H^{11}O^5\\OCH^2C^6H^5\end{cases}$. — Ce dérivé a été préparé en suivant, d'une façon générale, les indications de Schiff et Pellizzari.

Nous l'avons obtenu à l'état pur, cristallisé avec 1^{mol} d'eau (4,84 pour 100) et fondant à 161°-162°.

La solution aqueuse de benzylarbutine, saturée à 16°, examinée au polarimètre dans un tube de $0^m,50$, accusait une rotation gauche d'environ 6'. Cette faible valeur tient à ce que la benzylarbutine est extrêmement peu soluble dans l'eau froide. Aussi avons-nous déterminé son pouvoir rotatoire dans l'alcool à 95°. On a trouvé pour le composé sec : $\alpha_D = -44°,47$ (température, 17°).

Pour pouvoir étudier l'action de l'émulsine sur la benzylarbutine, nous avons fait agir le ferment sur ce composé finement pulvérisé en suspension dans l'eau. On obtient bientôt, dans ces conditions, une solution dextrogyre et réduisant fortement la liqueur cupro-potassique.

La méthylarbutine et la benzylarbutine ne donnent pas de coloration avec le perchlorure de fer, ce qui les distingue de l'arbutine commerciale primitive qui, elle, est colorée en bleu par ce réactif. Cette dernière contient donc de l'arbutine vraie. Une

autre preuve de ce fait est qu'on peut préparer avec le produit commercial une forte proportion de benzylarbutine, ce qu'on ne pourrait faire s'il était uniquement composé de méthylarbutine. Il résulte en outre de nos observations que le pouvoir rotatoire de l'arbutine vraie doit être très voisin de celui de la méthylarbutine, puisque nous avons trouvé pour cette dernière — 63°,43 et pour le mélange commercial — 64°,7.

Dinitroarbutine $C^6H^2\begin{cases}OC^6H^{11}O^5\\OH\\(AzO^2)^2\end{cases}$. — Ce composé a été préparé en suivant les indications de Strecker. Ses solutions aqueuses, fortement colorées en jaune, sont lévogyres; elles ne réduisent pas la liqueur cupro-potassique. Par l'action de l'émulsine, elles deviennent fortement réductrices.

En résumé, on voit que l'arbutine et les trois dérivés que nous avons étudiés satisfont à la proposition énoncée plus haut : ils sont hydrolysables par l'émulsine; ils dérivent du glucose *d* et sont lévogyres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude comparative de la déshydratation des acides atrolactique et p-méthoxyatrolactique. Acides p-méthoxyatropique et di-p-méthoxyatropique.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

En étudiant comparativement l'action de quelques déshydratants sur l'acide atrolactique et sur son analogue, l'acide *p*-méthoxyatrolactique $CH^3OC^6H^4COH(CH^3)CO^2H$, que j'ai fait connaître antérieurement [1], j'ai constaté que les résultats étaient notablement différents non seulement au point de vue quantitatif, mais aussi au point de vue qualitatif. Ainsi donc la substitution, dans l'acide atrolactique, de 1^{at} d'hydrogène par un groupe méthoxy (OCH^3) a une grande influence sur les réactions effectuées sur la chaîne latérale située en para par rapport à la substitution. Des faits de ce genre sont déjà connus, mais celui-ci est particulièrement net.

I. *Déshydratation de l'acide atrolactique.* — L'acide atrolactique ou plutôt son éther éthylique, d'après Ladenburg [2], est déshydraté par chauffage prolongé à l'ébullition avec 50 parties d'acide chlorhydrique (3^{vol} d'acide, $D = 1,19$ avec 1^{vol} d'eau) : il donne de l'acide atropique et un peu d'acide

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXV, 1902, p. 544.
(2) *Liebig's Annalen*, t. CCXVII, 1883, p. 109.

isatropique de Fittig. En employant 15 parties d'acide chlorhydrique non dilué, j'ai obtenu la même transformation en acide atropique, au bout de 30 minutes de chauffage au bain-marie bouillant.

D'autre part, en opérant à froid (contact de 5 à 6 mois) j'ai obtenu, non plus de l'acide atropique, mais de l'acide β-chlorhydratropique $C^6H^5-CH(CH^2Cl)-CO^2H$, résultant de la fixation de HCl sur l'acide atropique résultant d'une première réaction. Il y a eu en outre formation d'un peu d'acide isatropique de Fittig.

Mais l'acide atrolactique chauffé à l'ébullition avec l'acide acétique ou les acides minéraux dilués (HCl ou SO^4H^2 à 10 pour 100) pendant plusieurs heures n'a pas donné de quantités appréciables d'acide atropique.

II. *Déshydratation de l'acide p-méthoxyatrolactique.* — L'acide *p*-méthoxyatrolactique se déshydrate beaucoup plus facilement. L'ébullition avec l'acide acétique donne rapidement et avec de bons rendements l'acide *p*-méthoxyatropique ; il en est de même par l'emploi des acides minéraux dilués.

Avec l'acide chlorhydrique concentré, l'action se complique de la formation d'un nouvel acide qui répond, par sa composition, à la condensation de 2^{mol} d'acide *p*-méthoxyatropique. Cet acide, que, par raison d'analogie, j'avais lieu de croire comparable à l'acide isatropique de Fittig, possède en réalité des fonctions différentes. Pour éviter la confusion, je l'ai dénommé *acide di-p-méthoxyatropique* $(C^{10}H^{10}O^3)^2$.

Au bout de 48 heures de contact à froid, l'acide chlorhydrique transforme l'acide *p*-méthoxyatrolactique en un mélange, à peu près à parties égales, d'acide *p*-méthoxyatropique et d'acide di-*p*-méthoxyatropique. A la température du bain-marie, en 15 à 20 minutes, la transformation se fait complètement dans le sens de l'acide di-*p*-méthoxyatropique.

Cet acide, du reste, dérive de la condensation de l'acide *p*-méthoxyatropique préalablement formé, comme je l'ai vérifié en partant directement de ce dernier.

III. *Acide p-méthoxyatropique* $CH^3OC^6H^4-C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH^2\\ \diagdown CO^2H\end{matrix}$. — L'ébullition, avec l'acide acétique, de l'acide *p*-méthoxyatrolactique paraît être le procédé le plus avantageux pour la préparation de cet acide.

L'acide fond à 119°-120°. Il est un peu soluble dans l'eau bouillante, d'où il se précipite par refroidissement en belles paillettes miroitantes. Il est assez soluble dans l'éther, la benzine et l'alcool, insoluble dans l'éther de pétrole. Il fixe Br^2 en donnant un dibromure fondant vers 142°.

IV. *Acide di-p-méthoxyatropique* $(C^{10}H^{10}O^3)^2$. — Cet acide se prépare le plus

facilement, par l'action de HCl concentré (15 parties), à la température du bain-marie sur l'acide *p*-méthoxyatrolactique [1].

Il fond à 215° et est peu soluble dans les dissolvants ordinaires. L'alcool ou l'acide acétique bouillants conviennent le mieux pour sa purification. Titré alcalimétriquement, en présence de phtaléine du phénol, il accuse un poids moléculaire égal à 356 (calculé pour un acide monobasique); mais si l'on fait le titrage, par retour à la neutralité après ébullition de quelques instants avec un excès d'alcali, on trouve un poids moléculaire moitié moindre (178, calculé pour un acide monobasique). On a donc affaire à un acide lactonique.

Il présente cette particularité que la tendance à la fermeture de la chaîne lactonique est beaucoup plus grande que dans la plupart des acides lactoniques; elle s'opère, pour une proportion notable, même en liqueur nettement alcaline. Le titrage ci-dessus doit donc s'effectuer assez rapidement pour être exact.

Fittig [2] a proposé, pour représenter la formule de son acide isatropique, le schéma (I). En adoptant les conclusions de ce savant, le schéma (II) pourrait représenter l'acide di-*p*-méthoxyatropique. La liaison

```
                                                CH³O — C⁶H⁴
           C⁶H⁵  CO²H                              C ——— CH²
              \  /                                / \      |
              /C———CH²                           /   CO    |
(I)   C⁶H⁴<       |           (II)   CH³O — C⁶H³<    |     |
              \CH — CH²                          \   O     |
               |                                  \ /      |
              CO²H                                 C ——— CH²
                                                   |
                                                  CO²H
```

directe des groupes (CH^2) ne me paraît guère vraisemblable.

Je donne la préférence au schéma (III)

```
                   CH³
                    |                                    CH³  CO²H
                    C                                      \  /
      CH³O — C⁶H⁴ / | \                                     C
(III)               O   \                       (IV)  C⁶H⁴< >C⁶H⁴
                    |    >C⁶H³ — OCH³                       C
                   CO   /                                  / \
                    |  /                                 CH³  CO²H
                    C /
                   / \
               CO²H   CH³
```

pour l'acide di-*p*-méthoxyatropique. Dans le même ordre d'idées, il me

---

[1] Il se forme également sous l'influence des acides minéraux dilués, mais lentement et après une très longue ébullition.

[2] *Liebig's Annalen*, t. CCVI, 1881, p. 66.

semble que le schéma (IV) représenterait mieux l'acide isatropique de Fittig en ce qu'il expliquerait plus aisément la formation, par oxydation, d'anthraquinone que l'hypothèse de Fittig n'explique guère.

Jusqu'ici les produits d'oxydation de mon acide di-*p*-méthoxyatropique ne m'ont donné aucun renseignement sur sa constitution.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation de mélanges d'isomères à point de fusion constant dans la réaction de Friedel et Crafts.* Note de MM. **G. Perrier** et **H. Caille**, présentée par M. A. Haller.

Dans l'application de la méthode de Friedel et Crafts à la préparation des cétones, les différents isomères qui peuvent exister prennent naissance.

Plusieurs procédés autres que la distillation et la cristallisation fractionnées ont été préconisés pour les séparer; en particulier l'un de nous a indiqué en 1896 ([1]) une méthode basée sur la différence de stabilité et de solubilité dans le sulfure de carbone des composés d'addition que forment les cétones avec le chlorure d'aluminium.

Lorsqu'on opère par cette méthode, il est *nécessaire,* pour obtenir une bonne séparation, d'*isoler* les premiers cristaux dès qu'ils se déposent.

Ce sont eux qui, décomposés par l'eau, fournissent l'un des isomères absolument pur.

Pour ne pas avoir suivi exactement cette technique, dans la préparation des phénylnaphtylcétones, dont nous poursuivons actuellement l'étude, nous avons obtenu, après décomposition par l'eau de la masse cristalline, au lieu de l'isomère β, un produit fondant *très nettement à* 54° et que plusieurs cristallisations successives dans l'alcool abandonnent toujours identique à lui-même.

On obtient également ce même composé lorsqu'on suit le mode opératoire habituel qui consiste à traiter immédiatement par l'eau, après avoir recueilli la quantité théorique d'acide chlorhydrique, les *produits de la réaction.*

Ce composé ne correspond évidemment ni au dérivé α, dont le point de fusion est 75°, ni au dérivé β, qui fond à 82°.

Nous sommes parvenus à le dédoubler en ces deux isomères : 1° par cristallisation dans la ligroïne et séparation mécanique des cristaux qui se

([1]) G. Perrier, *Thèse de Paris*, 1896.

déposent; 2° par la méthode de Rousset [1], formation dans le benzène du dérivé picrique β insoluble, à l'exclusion du dérivé α.

Quelle est donc la nature de ce composé se dédoublant en α et β, et fondant *nettement* à une température inférieure à ces deux constituants?

L'analyse élémentaire et la cryoscopie dans le benzène conduisent à la formule $C^6H^5 - CO - C^{10}H^7$.

Ce résultat n'est pas incompatible avec une combinaison moléculaire se dédoublant dans le benzène, mais il peut tout aussi bien correspondre à un *simple mélange mécanique* qui, comme les mélanges de sels ou les alliages, fond à température plus basse que les constituants.

Des recherches que l'un de nous poursuit par des procédés physiques, sur ce cas et d'autres analogues, donnent à penser qu'on se trouve en présence d'un simple mélange voisin de l'eutectique.

L'existence de ces mélanges permet d'expliquer les points de fusion variés attribués par des auteurs différents à un même corps.

Nous avons pensé qu'il était intéressant de signaler la formation, dans l'application de la méthode de Friedel et Crafts, de ces mélanges d'isomères à allures de composés définis, afin de mettre en garde les chercheurs contre des conclusions trop hâtives.

BOTANIQUE. — *Sur la constitution de la membrane chez les Diatomées.* Note de M. L. Mangin, présentée par M. Guignard.

La constitution de la membrane des Diatomées est encore incertaine; tous les auteurs qui traitent de ces plantes ne donnent sur cette constitution que des renseignements vagues ou contradictoires : la partie organique de cette membrane aurait, suivant les uns, les réactions de la cellulose; suivant d'autres, elle constituerait une substance qui, sans posséder ces réactions, serait cependant voisine de la cellulose. Ces deux affirmations sont également contraires à la réalité.

Lorsqu'on fait agir sur les Diatomées les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane, tels que je les ai depuis longtemps définis, on s'aperçoit que les réactifs de la callose et de la cellulose ne communiquent à la membrane aucune coloration; par contre, les réactifs des composés pectiques, c'est-à-dire les matières colorantes basiques, réagissant dans un

[1] Rousset, *Thèse de Lyon*, 1896.

milieu neutre, se fixent plus ou moins énergiquement sur les valves des Diatomées. La membrane de ces plantes est donc constituée, à l'exclusion de la cellulose et de la callose, par des composés pectiques ou des substances ayant exactement les mêmes réactions que ces corps. Ce fait explique pourquoi divers auteurs ont obtenu, sans s'en expliquer la cause, des colorations plus ou moins nettes, mais fugaces, avec le bleu de méthylène, la safranine, l'hématoxyline, etc.

Quand on emploie des Diatomées fraîches ou conservées dans l'alcool, la coloration est toujours très inégale et souvent presque nulle; on ne peut obtenir de résultats certains qu'à l'aide de l'hématoxyline alunée vieille, après l'action préalable de certains sels : alun de fer, vanadate d'ammonium, etc. Lorsqu'on veut obtenir une élection colorante puissante sans être gêné par les masses plasmiques, il faut faire subir aux Diatomées un traitement préalable. En effet, la silice, qui imprègne les valves en plus ou moins grande abondance, est si intimement combinée à la matière organique que les réactions de celle-ci sont entièrement masquées. Il se produit ici un phénomène analogue à celui que manifestent les tissus lignifiés, où les combinaisons aromatiques unies à la cellulose et à la pectose masquent complètement ces dernières substances. Quelle que soit la nature de cette combinaison sur laquelle nous ne pouvons nous prononcer, il faut d'abord la détruire pour pouvoir observer l'action élective de la substance organique. On obtient ce résultat par le séjour des plantes dans certains liquides : acide chlorhydrique et chlorate de potassium, hypochlorite de potasse ou eau de brome, auquel succède une macération dans une solution de potasse caustique. Ces divers agents sont précisément ceux qui permettent de développer l'action élective de la cellulose et de la callose.

Après ces divers traitements, les colorants basiques sont fixés pas la membrane et accusent avec une très grande netteté les détails de structure les plus délicats. Toutefois, parmi ces colorants, on doit surtout préférer le rouge de ruthénium et l'hématoxyline alunée vieille, qui permettent d'obtenir des préparations durables montées dans le baume de Canada.

La constitution de la membrane des Diatomées est donc très simple, comme chez les Péridiniens, avec cette différence toutefois que, chez ces derniers, la cellulose existe seule ou presque seule, tandis que chez les Diatomées les composés pectiques sont à l'état de pureté. Cette constitution explique l'abondance du mucilage pectosique sécrété par un grand nombre d'espèces et dont la formation paraissait indépendante de la membrane.

La méthode de coloration fondée sur la constitution de la membrane pré-

sente un grand intérêt pratique au point de vue de la détermination des espèces. Actuellement, pour étudier la structure intime des valves, on est encore réduit au procédé de la calcination. Ce procédé, qui fournit pour les Diatomées de fond des résultats assez nets, est très défectueux pour les Diatomées du plankton; à cause de la faible silicification des valves, la délicatesse de la structure ne résiste pas à la calcination, on ne peut observer que des fragments d'individus et les rapports des valves, les relations entre les individus sont méconnues. L'emploi des colorants sur les Diatomées fraîches ou successivement traitées par les hypochlorites et la potasse remédie à ces inconvénients.

La coloration du plankton à l'état naturel permet seule d'en faire une analyse complète et de définir les rapports des individus: elle met en évidence avec la plus grande netteté les fins cordons muqueux qui hérissent la carapace de certaines espèces. Tel est le cas, par exemple, pour les chaînes de *Thalassiosira gravida* et *Nordenskioldi* si caractéristiques avec les individus entourés d'une auréole de cils ou de cirrhes qui atteignent souvent une grande longueur. Tantôt ces prolongements, quoique rectilignes, paraissent flexibles (*Th. gravida*), tantôt ils doivent leur rigidité à la présence d'un minéral, la silice sans doute, qui les rend fragiles et cassants (*Th. Nordenskioldi*).

On peut observer aussi, chez les spores durables de certains *Chœtoceros*, notamment du *Ch. teres*, les couronnes de filaments fins et flexibles qui se détachent de la partie équatoriale de la spore, bien différents des prolongements silicifiés qui ornent les valves de certaines espèces.

D'autre part, la structure des valves laisse apparaître, en outre des côtes, des perles ou des stries, des ornements qu'on ne soupçonnait pas, même après l'emploi de la calcination. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, on peut aisément constater que les espèces des genres *Chœtoceros, Leptocylindrus, Ditylium, Bacteriastrum*, possèdent, contrairement à l'opinion courante, des valves en étuis cylindriques ou aplatis à structure annelée ou écailleuse très uniforme. La présence des écailles (*Ditylium*), des anneaux (*Leptocylindrus, Bacteriastrum, Chœtoceros*) nous amène à remanier certains genres. Ainsi, chez les *Chœtoceros*, il y aura lieu de distinguer, dans les espèces du genre, deux groupes bien différents : les *Chœtoceros annelés* et les *Chœtoceros lisses*. Les premiers définis par leurs valves annelées, comme le *Chœtoceros teres, Ch. Lorenzianum*, etc., sont les espèces à valves plus longues que larges; les secondes comprendraient les espèces à valves plus larges ou aussi larges que longues. En conséquence, le genre *Peragallia* de

Schutt cesse d'être distinct et rentre dans la section des *Chœtoceros annelés*.

Dans un travail plus étendu, je développerai, avec la description de la technique nouvelle, les données qu'elle a révélées sur la structure des Diatomées du plankton.

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'état hygrométrique sur les échanges respiratoires.* Note de M. **J. Cluzet**, présentée par M. Bouchard.

Les échanges respiratoires ont été étudiés en plaçant l'être vivant soit dans un espace relativement grand, soit dans un espace relativement petit mais ventilé, sans jamais tenir compte complètement de l'état hygrométrique; or, dans l'espace relativement grand, l'état hygrométrique augmente sans cesse par suite de la vapeur d'eau produite par l'animal; dans l'espace relativement petit, l'état hygrométrique varie avec les conditions atmosphériques, l'intensité de la ventilation, la taille de l'animal, etc.

Dans mes expériences, un animal de petite taille, cobaye ou rat blanc, est enfermé dans une cloche de 8^l environ de capacité qui, suivant les cas, est entourée de glace, d'eau courante ou placée dans une étuve. Une ventilation relativement considérable, d'environ 60^l à l'heure, permet de faire arriver dans la cloche soit de l'air sec, soit de l'air saturé à la température considérée. L'acide carbonique de l'air sortant de la cloche est absorbé par une solution de potasse et, dans le cas du courant d'air sec, la vapeur d'eau produite par l'animal est absorbée par l'acide sulfurique: des pesées initiales et finales font connaître les poids de ces corps exhalés pendant l'expérience, d'une durée moyenne de 1 heure et demie.

Les nombres obtenus prouvent que l'influence de l'état hygrométrique est différente suivant la température.

Pour les températures basses ou moyennes, la production de CO^2, qui diminue quand la température croît, est plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, en milieu sec qu'en milieu saturé; en outre, la différence entre les quantités d'acide carbonique exhalées, qui peut atteindre jusqu'à 20 pour 100 à 3°, diminue en général quand la température s'élève.

Mais à partir d'une certaine température, variant suivant les individus entre 23° et 28°, il n'en est plus de même, *en général*. La production carbonique, qui augmente avec la température, est plus petite dans l'air sec que dans l'air saturé; la différence croît d'ailleurs avec la température et atteint jusqu'à 30 pour 100 au-dessus de 30°. A titre d'exemple, voici les nombres obtenus avec un cobaye d'un poids moyen

de 240g :

Température intérieure de la cloche.....		3°,2	10°	12°	18°	23°	25°	26°	30°,5	34°
CO^2 produit par heure par kilog. (en grammes).	Air sec....	5,024	3,912	3,920	3,402	2,245	1,988	1,994	2,103	2,355
	Air saturé.	4,369	3,670	3,347	3,300	2,095	2,246	2,278	2,657	2,979
Température rectale à la fin de l'expérience.	Air sec....	39°,5	39°,4	38°,8	»	38°,9	»	39°,5	40°	41°,2
	Air saturé.	39°,3	38°,9	39°,3	39°,2	38°,8	39°,5	39°,6	40°,8	42°,5
Poids d'eau (en grammes) évaporé en 1 heure par l'animal en air sec........		0,303	»	0,412	»	»	0,865	»	1,028	2,355

Ainsi, d'après mes expériences, le minimum de production carbonique (déjà obtenu par Page, Frédéricq, Falloise) a également lieu, *en général*, en milieu sec et en milieu saturé, dans le voisinage de 25°. Mais il n'en est pas toujours ainsi, et (comme Pflüger, Litten) j'ai obtenu chez deux très jeunes cobayes, dont l'un était préalablement accoutumé aux hautes températures, et chez un rat blanc une diminution constante dans la production de CO^2; dans ces cas, la quantité d'acide carbonique exhalée était presque toujours supérieure en milieu sec, et la température rectale demeurait sensiblement constante, même aux hautes températures. Voici les nombres obtenus sur le cobaye *accoutumé*, dont le poids moyen était 155g :

Température intérieure de la cloche.......		24°	28°	30°	34°	35°
CO^2 produit par heure et par kilog. (en grammes).	Air sec......	3,423	2,853	2,760	2,293	1,891
	Air saturé...	3,106	2,620	2,987	2,165	1,602
Température rectale à la fin de l'expérience.	Air sec......	38°,9	39°,8	40°,2	40°,1	40°,5
	Air saturé...	39°,1	39°,7	40°,3	40°,4	40°,5

Ces résultats me paraissent s'expliquer de la manière suivante, en ce qui concerne les températures extrêmes :

A basse température, l'animal évapore et rayonne davantage en air sec; aussi, pour maintenir sa température constante (les nombres cités plus haut montrent qu'il y parvient), il brûle plus que dans l'air saturé.

A haute température, l'animal ne peut pas, en général, empêcher son échauffement et les combustions augmentent avec sa température; dans l'air sec, cependant, l'animal évapore beaucoup d'eau (polypnée thermique de Richet) et il retarde ainsi son hyperthermie, mais dans l'air saturé, où ce moyen lui fait défaut, la régulation est rapidement impossible. Dans les cas exceptionnels où l'animal réussit à empêcher son échauffement, on constate qu'il réduit ses combustions à mesure que la température s'élève, et il les réduit moins en air sec qu'en air saturé, parce que dans l'évaporation, possible seulement en air sec, il trouve déjà un puissant moyen de refroidissement.

PHYSIOLOGIE. — *De l'action de l'extrait alcoolique de l'urine humaine normale sur la pression artérielle.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Il y a déjà longtemps que le professeur Bouchard a fait connaître les effets physiologiques de l'extrait alcoolique de l'urine normale. Il a montré que cet extrait, injecté dans les veines d'un animal, détermine la narcose, la diurèse et la salivation.

Il nous a été permis de découvrir une autre action qui, à notre connaissance du moins, n'a pas encore été signalée. Nous voulons parler de l'action sur la pression sanguine.

On dissout dans 40^{cm^3} à 50^{cm^3} d'eau le résidu résultant de l'évaporation au bain-marie bouillant de l'extrait alcoolique de 1^l d'urine humaine normale. Cette urine a été fournie par le personnel du laboratoire (4 adultes en bonne santé) et émise dans le cours de l'après-midi.

Si l'on injecte 5^{cm^3} de cette liqueur (neutralisée par du bicarbonate de soude) dans la veine saphène d'un chien anesthésié (morphine et chloroforme), on constate que presque immédiatement après l'injection il se produit un certain nombre de mouvements respiratoires (5 à 6) d'une amplitude très grande. En même temps, la pression artérielle s'élève brusquement de 40^{mm} à 50^{mm} de mercure, puis, l'excitation du centre respiratoire ayant cessé, la pression s'abaisse légèrement, mais se relève bientôt rapidement pour dépasser notablement la pression normale et demeurer ainsi élevée pendant un temps assez long. Ensuite la courbe descend et revient lentement à son niveau primitif. Chaque nouvelle injection reproduit les mêmes phénomènes.

En cherchant à séparer dans l'extrait alcoolique la ou les substances qui déterminent ces effets, nous avons constaté :

1° Que ces effets ne sont nullement atténués quand on soumet l'extrait des matières solubles dans l'alcool à une analyse prolongée, qui élimine les sels, en particulier les sels de potasse et d'ammoniaque, ainsi que l'urée;

2° Que si l'on traite ces extraits par l'acétate de plomb ou par le bichlorure de mercure, la ou les substances actives ne sont pas précipitées;

3° Enfin l'action sur la tension artérielle est plus intense quand l'animal a reçu au préalable une faible dose d'atropine.

En analysant et interprétant ces effets, on peut constater que l'extrait des matières de l'urine solubles dans l'alcool détermine une violente excitation du centre respiratoire avec inhibition momentanée du centre modérateur cardiaque. A ces effets se superpose et s'ajoute une excitation du centre

vaso-constricteur. C'est ainsi, du moins, que nous croyons pouvoir expliquer les phénomènes observés.

En résumé, il existe dans l'urine humaine normale, parmi les matières solubles dans l'alcool, une ou plusieurs substances de nature organique qui, administrées aux chiens par voie veineuse, déterminent une élévation manifeste de la pression sanguine.

Cette ou ces substances, dont il reste à déterminer la nature, ne dialysent pas et ne sont précipitées de leur solution ni par l'acétate de plomb ni par le chlorure mercurique.

PHYSIOLOGIE. — *L'oxyde de carbone intervient-il dans l'intoxication par la fumée du tabac?* Note de M. C. **Fleig**, présentée par M. d'Arsonval.

La présence de l'oxyde de carbone dans la fumée du tabac est aujourd'hui indiscutablement démontrée par de nombreux travaux. Mais au point de vue quantitatif les résultats des divers auteurs sont des plus discordants. Les uns ont trouvé dans la fumée de tabac des quantités d'oxyde de carbone très élevées, d'autres au contraire ne donnent que des valeurs minimes : c'est ainsi, *pour ne citer que quelques exemples,* que la combustion de 1^g de tabac fournirait, dans diverses conditions, 81^{cm^3} d'après Gréhant, 80^{cm^3} d'après Le Bon, 4^{cm^3} à 28^{cm^3} d'après Habermann, 41^{cm^3} d'après Pontag, 17^{cm^3} à plus de 100^{cm^3} d'après Marcelet; Thoms, au contraire, donne le chiffre minime de $0^{cm^3},02$ et Toth, dans un travail tout récent, $0^{cm^3},11$ à $0^{cm^3},31$. Le lieu n'est point ici d'aller plus en détail dans la bibliographie de la question et de nous étendre sur les causes de divergence de ces chiffres. Disons seulement que celles-ci sont dues à la fois à la diversité des techniques de dosage utilisées, au tabac lui-même (combustibilité, perméabilité à l'air, etc.), au mode de combustion employé et à d'autres facteurs accessoires encore. L'examen critique nous a montré en tout cas que ces résultats de Thoms et de Toth, s'expliquant par une technique défectueuse, sont inacceptables. Nous préciserons ces divers points dans un Mémoire détaillé; nous voulons seulement ici présenter un résumé de nos recherches relatives à la *part qu'on doit attribuer à l'oxyde de carbone dans les manifestations toxiques produites par la fumée de tabac dans les conditions habituelles du fumeur.* Il y a lieu de considérer trois cas, celui du fumeur qui *n'avale pas* la fumée, celui du fumeur qui l'*avale* et celui de l'individu séjournant dans une atmosphère enfumée.

Pour le *fumeur qui n'avale pas la fumée* et qui se trouve à l'air libre ou

dans une enceinte où la ventilation est efficace, il ne peut être question d'une action toxique de l'oxyde de carbone : celui-ci ne peut être absorbé par la muqueuse buccale qu'à l'état de traces absolument infimes et les quantités infinitésimales qui peuvent se trouver dans l'atmosphère constamment renouvelée sont insuffisantes à exercer le moindre effet nocif.

Pour étudier le *cas de l'individu qui avale la fumée*, nous avons fait une série d'expériences nous permettant de conclure que, dans les conditions normales du fumeur, la toxicité n'est pas due à l'oxyde de carbone.

Si l'on fume du tabac dont on a fait passer la fumée à travers un système d'absorbants composé successivement d'ouate sèche, de ponce et de coton de verre sulfuriques, alcooliques, sodiques et de baryte, de façon à la priver de tous ses constituants autres que l'oxyde de carbone, l'oxygène, l'azote et quelques traces d'hydrocarbures, fumée que nous appellerons par abréviation *fumée d'oxyde*, celle-ci devient absolument incapable de produire chez l'homme la moindre manifestation toxique ou le moindre malaise, même à des doses extrêmement élevées et même si l'on prolonge l'expérience pendant plusieurs heures. Des individus très sensibles, non accoutumés à « avaler » la fumée et qui ont déjà du vertige et des sueurs froides à la suite de la simple inhalation de quelques bouffées de fumée ordinaire, peuvent ainsi avaler la fumée d'oxyde de plusieurs pipes ou cigares consécutifs sans éprouver aucune gêne. La même expérience répétée plusieurs fois par jour ne produit, même au bout de plusieurs semaines, aucun trouble apparent. Il en est *de même chez l'animal*. De plus, si, chez le lapin, qui est rapidement tué par l'inhalation intra-trachéale de la fumée totale d'une cigarette à une cigarette un quart de tabac ordinaire (caporal ordinaire), on administre dans des conditions identiques de la fumée d'oxyde, on n'arrive pas à tuer l'animal, qui devient seulement dyspnéique, même après lui avoir fait inhaler la fumée de 40 cigarettes (en 2 heures 45 minutes). Il est d'autre part impossible d'obtenir avec la fumée d'oxyde, chez le chien et le lapin, les modifications cardiaques et vaso-motrices que provoque avec une intensité si remarquable l'inhalation de quelques bouffées de fumée totale. La mort des animaux ne se produit pas non plus par l'injection sous-cutanée de fumée d'oxyde, contrairement à ce qui a lieu à la suite de l'injection de fumée totale.

Chez l'individu qui avale la fumée, on peut donc conclure que les quantités d'oxyde de carbone susceptibles d'être absorbées n'ont pas d'effet toxique appréciable. Cette absorption peut être d'ailleurs diminuée par certains des composants de la fumée (goudrons ou résines), ainsi que le fait a été signalé pour la nicotine et l'ammoniaque. Remarquons de plus que le fumeur n'avale jamais la fumée du cigare ni de la pipe, dont la teneur en oxyde de carbone est plus élevée que celle de la cigarette.

A propos du cas de l'*individu placé dans une atmosphère enfumée*, nous avons d'abord comparé successivement sur l'animal : 1° l'action de l'atmosphère pure de fumée totale et de l'atmosphère pure de fumée d'oxyde;

2° l'action de mélanges à des titres divers d'air et de fumée totale d'une part, d'air et de fumée d'oxyde d'autre part. Or les cobayes placés dans l'atmosphère pure de fumée totale meurent de deux à quatre fois plus vite que ceux qui sont soumis à l'atmosphère pure de fumée d'oxyde; l'atmosphère de fumée totale d'une plante banale, telle que la luzerne, contenant aussi de fortes proportions d'oxyde de carbone, les tue dans un temps voisin de celui qui est nécessité par la fumée d'oxyde (un peu moindre en général). Quant aux mélanges d'air et de fumée totale et d'air et de fumée d'oxyde, ils se montrent toujours beaucoup moins toxiques dans le cas de cette dernière que dans celui de la fumée totale, et, lorsque la dilution est suffisante, les mélanges d'air et de fumée totale tuent les animaux au bout de 15 minutes, tandis que les mélanges d'air et de fumée d'oxyde les laissent indemnes même au bout de 1 heure. En tout cas, *des atmosphères contenant des proportions de fumée d'oxyde infiniment supérieures à celles qui peuvent exister normalement dans les locaux même les plus enfumés ne produisent pas les moindres troubles, soit chez l'animal, soit chez l'homme, même après des séjours très prolongés et répétés chroniquement.* Des atmosphères contenant des proportions identiques de fumée totale provoquent au contraire souvent diverses manifestations, d'ailleurs d'ordre toxique ou non (cuisson des yeux, irritation des muqueuses aériennes, etc.).

Ces diverses expériences nous paraissent suffisamment démonstratives pour permettre de conclure que, dans le cas de l'individu séjournant chroniquement dans une atmosphère enfumée, l'intoxication n'est pas due à l'oxyde de carbone. Le calcul et l'expérience montrent d'ailleurs nettement que la quantité de tabac qu'il faudrait fumer dans une enceinte close, privée absolument de toute ventilation (ce qui ne se rencontre jamais en pratique), pour réaliser dans son atmosphère la teneur en oxyde de carbone à laquelle commencent à se manifester les *premiers symptômes* de l'intoxication ($0^{cm^3},02$ à $0^{cm^3},05$ pour 100) est infiniment au delà des limites même exceptionnellement atteintes : *en admettant qu'un gramme de tabac dégage* 100^{cm^3} *de* CO, il faudrait, pour obtenir, dans une pièce de 100^{m^3}, une atmosphère à $0^{cm^3},03$ de CO pour 100, fumer au moins 300 cigarettes ! Or, l'air serait irrespirable bien avant que ce chiffre fût atteint.

La toxicité de l'oxyde de carbone de la fumée de tabac n'entre donc point en jeu dans les diverses conditions où se produit normalement l'intoxication tabagique chez l'homme. L'élimination des faibles traces qui peuvent être absorbées est d'ailleurs très rapide à l'air libre. L'oxyde de carbone ne peut intervenir de façon efficace, et pour une part seulement, que dans l'intoxi-

cation tabagique expérimentale réalisée par l'inhalation de doses massives de fumée.

Nous nous réservons de développer dans notre Mémoire les diverses données que nous venons d'exposer et d'y joindre les résultats de dosages d'oxyde de carbone dans les fumées de tabac et dans certaines atmosphères enfumées.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de la levure de bière sur les acides amidés.* Note de M. J. EFFRONT, présentée par M. L. Maquenne.

Ehrlich (1) a démontré que la levure de bière a la propriété de dédoubler les amino-acides racémiques, et de former de l'alcool amylique aux dépens de la leucine.

Le phénomène observé par Ehrlich rentre dans la catégorie des réactions intercellulaires. On ne trouve point d'ammoniaque dans le liquide fermenté. La diastase qui intervient dans la décomposition des amides n'a pas encore été isolée et elle ne se retrouve point dans le suc de levure.

Les recherches faites en vue d'étudier la substance active intervenant dans l'assimilation des acides amidés nous ont révélé la présence dans la levure d'une diastase particulière, l'*amidase,* qui décompose intégralement ces corps en ammoniaque et acides volatils.

Voici les détails de l'expérience concernant l'action de la substance active de la levure :

On mélange 2^g d'asparagine avec 10^g de levure dilués dans un peu d'eau; on ajoute 6^{cm^3} de soude normale, on amène le poids à 100^g avec de l'eau, et l'on porte à l'étuve à 40° C. De temps en temps on prélève un échantillon qu'on filtre pour séparer la levure, et dans le liquide filtré on dose l'azote ammoniacal par distillation avec la magnésie.

A titre de contrôle on fait des essais avec levure sans asparagine et avec une solution d'asparagine sans levure.

A. — 2^g d'asparagine + 10^g levure + 6^{cm^3} soude normale, amenés à 100^g avec de l'eau.

	Azote total dans le liquide filtré.	Azote ammoniacal dans le liquide filtré.
Au début	580 mg	8 mg
Après 24 heures	»	56

(1) *Ber. d. d. chem. Ges.,* 1907, p. 2538.

	Azote total dans le liquide filtré.	Azote ammoniacal dans le liquide filtré.
	mg	mg
Après 48 heures.........	»	230
» 60 »	»	400
» 72 »	»	565

B. — 2g d'asparagine + 6cm³ soude normale + eau q. s. pro 100g.

Début.................	417	7
Après 72 heures.........	415	16

C. — 10g levure + 6cm³ soude normale + eau q. s. pro 100g.

Début.................	20	2
Après 72 heures.........	70	4

Dans l'essai A, l'action de la levure se manifeste très nettement; après 48 heures, environ 50 pour 100 de l'azote de l'asparagine sont changés en ammoniaque. Après 72 heures la totalité de l'azote de l'asparagine et la majeure partie de celui de la levure ont subi la même transformation.

Après 60 heures, on constate dans le liquide filtré la présence de l'enzyme ou amidase. En effet, si à 100cm³ de ce liquide on ajoute 1g d'asparagine et qu'on dose au bout de 6 heures l'azote ammoniacal, on constate, d'après la quantité d'ammoniaque formée, que l'asparagine est entièrement transformée. Dans un essai témoin fait avec le même liquide porté préalablement à 90° C. pendant un quart d'heure, on retrouve l'asparagine intacte.

L'origine diastasique de l'action de la levure se trouve confirmée par la proportionnalité entre le temps de l'action et la quantité de produit transformée.

La substance active de la levure autophagiée agit sur l'acide aspartique comme sur l'asparagine. Elle agit également sur la leucine et sur l'acide glutamique.

Dans toutes ces réactions, l'azote est transformé en azote ammoniacal avec formation d'acides gras volatils, sans production d'alcool.

La température optima de l'amidase est de 40° à 45° C. Les alcalis favorisent son action, tandis qu'un milieu neutre ou acide est nettement défavorable.

10g d'asparagine, soumis à l'action de la levure, fournissent 5g,5 d'acides volatils à point d'ébullition 110°-145° C.; le produit principal est de l'acide propionique qui a été caractérisé.

Les essais avec des levures de différentes provenances ont démontré que seule, dans les levures de fermentation haute et les aéro-levures, la présence de l'amidase est constante. Dans les levures de fermentation basse, la présence de cet enzyme nous paraît incertaine.

La présence de l'amidase a aussi pu être constatée chez l'*Amylobacter butylicus*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques peroxydiastases artificielles; du rôle capital du fer dans leur action.* Note de M. J. **Wolff**, présentée par M. L. Maquenne.

J'ai signalé antérieurement (*Comptes rendus* du 20 janvier 1908) la ressemblance frappante qui existe entre le mode d'action de certains sels de fer et celui des peroxydiastases ([1]). J'ai réussi depuis à obtenir, avec certaines combinaisons colloïdales du fer des effets tellement comparables à ceux des peroxydiastases qu'on peut les considérer comme identiques.

Comme je l'ai montré précédemment, des doses infinitésimales de sulfate ferreux permettent d'obtenir avec la teinture de gaïac les réactions caractéristiques des peroxydiastases. Mais j'ai vu aussi qu'on ne peut pas obtenir avec le sulfate ferreux les autres réactions de ces diastases (formation de quinhydrone avec l'hydroquinone, de tétragaïacoquinone avec le gaïacol, de purpurogalline avec le pyrogallol) ([2]). D'autre part, j'ai constaté qu'avec un ferrocyanure alcalin, employé à des doses notablement plus fortes, on obtient les réactions qui viennent d'être mentionnées, mais non le bleuissement du gaïac.

On peut faire un pas de plus, qui consiste à employer le ferrocyanure de fer colloïdal, obtenu en combinant les deux sels à l'état extrêmement dilué : on arrive alors à reproduire, avec des doses infimes, *toutes* les réactions des peroxydiastases, sans exception.

Le maximum d'activité a lieu avec une combinaison qui ne renferme aucun excès des deux composants; dans ces conditions, le ferrocyanure ferreux, à la dose de $\frac{10}{10000000}$ (calculés en fer, c'est-à-dire 10^{mg} de fer par litre), fait apparaître, en présence de traces d'eau oxygénée, en 1 à 2 minutes, des cristaux de quinhydrone, dans une solution saturée d'hydroquinone; le résultat est encore sensible et se manifeste en 10 minutes avec une dose cinq fois moindre.

Si l'on ajoute la moindre trace de sulfate ferreux ou ferrique, on ralentit considérablement la réaction et il suffit de doses très faibles pour empêcher complètement la

---

([1]) M. Gabriel Bertrand a proposé ce nom, au lieu de celui de *peroxydase*, pour éviter une confusion avec les oxydases.

([2]) On peut obtenir, il est vrai, mais difficilement, de petites quantités de purpurogalline à l'aide de sulfate de fer et de H^2O^2.

formation de quinhydrone. L'addition de ferrocyanure de potassium au colloïde est sans effet appréciable. On obtient des résultats analogues avec le ferrocyanure ferrique, qu'il soit obtenu en faisant agir le sulfate ferrique sur le ferrocyanure de potassium ou qu'il se forme au cours de la réaction sous l'influence de l'eau oxygénée; mais dans le second cas, la réaction est plus énergique.

L'action du sulfate ferreux est d'autant plus intéressante à noter qu'elle se retrouve aussi pour les peroxydiastases naturelles, en particulier pour la peroxydiastase de l'extrait de malt. Avec l'extrait de malt, les conditions de réaction les plus favorables à la formation de quinhydrone sont, comme lorsqu'il s'agit du fonctionnement de la diastase saccharifiante et de la diastase liquéfiante contenues dans cet extrait, la neutralité vis-à-vis du méthylorange (1), et toute influence capable d'assurer cette neutralité se trouve favorisante. C'est ce qui explique pourquoi l'addition de sulfate ferreux ou ferrique active la formation de quinhydrone, tant que le sel ajouté peut réagir avec les sels de l'extrait de malt et, en particulier, avec les phosphates. Dès que le sulfate se trouve en excès, son influence gênante se fait sentir.

La peroxydiastase artificielle dont je viens de parler se rapproche encore des peroxydiastases naturelles par les caractères suivants : elle est filtrable sans perte sur papier; elle devient inactive après filtration sur collodion et perd une partie de son activité après une minute d'ébullition; des traces d'acides minéraux gênent considérablement son action.

Un autre point de rapprochement avec les peroxydiastases, c'est que le ferrocyanure de fer colloïdal est sensible à l'action d'un excès de peroxyde d'hydrogène, qui produit un effet toxique analogue à celui qui a été signalé par Bach et Chodat (2) dans le cas des peroxydiastases agissant sur le pyrogallol. L'action sur le pyrogallol permet d'ailleurs, comme le montrent les expériences ci-dessous, de suivre quantitativement la marche de la transformation en pesant la purpurogalline formée.

Dans deux expériences conduites parallèlement, on a soumis une solution de 1^g de pyrogallol dans 40^{cm^3} d'eau distillée à l'action d'une dose de ferrocyanure de fer colloïdal contenant $0^{mg},04628$ de fer, en présence d'une quantité d'eau oxygénée (de Merk), correspondant à 28^{mg} d'oxygène actif.

Dans l'expérience n° 1, on a ajouté l'eau oxygénée d'un seul coup. Dans l'expérience n° 2, on a ajouté la moitié de l'eau oxygénée au début de l'expérience et le reste au

(1) A. Fernbach, *Comptes rendus,* t. CXLII, p. 285.

(2) *Berichte der d. ch. G.,* t. IV, 1904, p. 3795.

bout de 2 heures. Les quantités de purpurogalline obtenues dans les 24 heures ont été, pour le n° 1, de 65^{mg} et, pour le n° 2, de 123^{mg}. Ces quantités représentent pour la première expérience 1400 fois et pour la deuxième 2657 fois le poids de fer mis en œuvre.

Il faut noter que la réaction était loin d'être terminée au bout de 24 heures.

Les ferricyanures ferreux et ferrique présentent, quoique à un degré moindre, des propriétés analogues à celles des ferrocyanures.

D'autre part, j'ai vu que d'autres composés cyanogénés sont capables, par leur union avec le fer, de produire des effets analogues.

Je tiens à remercier ici M. Martini, pour le concours gracieux qu'il m'a prêté au cours de ces recherches.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de l'aldéhyde éthylique dans la fermentation alcoolique.* Note de MM. **E. Kayser** et **A. Demolon**, présentée par M. L. Maquenne.

La conclusion relative à l'origine de l'aldéhyde éthylique dans la fermentation alcoolique, à laquelle arrive M. Trillat dans une Note récente (1), a déjà été formulée par nous dans une étude générale sur la formation des produits volatils dans la fermentation alcoolique (2).

Nous croyons devoir rappeler, sans citer les chiffres produits ailleurs, les points précisés par nous :

1° Le séjour des vins sur lies en large contact avec l'air favorise la production d'aldéhyde, croissant avec le temps et toujours très supérieure aux maxima indiqués par M. Roques pour les eaux-de-vie.

2° Le phénomène de l'aldéhydification est intimement lié à la présence de la levure aérobie vivant au voisinage de la surface. L'addition d'antiseptiques capables de tuer la levure (fluorure de sodium, bichlorure de mercure) a eu pour résultat d'amener un dépôt rapide des globules de levure en suspension et en même temps de réduire considérablement la proportion d'aldéhydes.

La présence d'une masse de levure ajoutée aseptiquement, puis tuée par la chaleur, n'a eu aucune action sur la production des aldéhydes. Enfin la

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 645.

(2) *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. II, 3e fascicule, 1906, et *Comptes rendus*, t. CXLV, 16 juillet 1907.

grandeur des différences observées nous a autorisés à déclarer que la levure vivante est l'agent essentiel du phénomène, l'oxydation de l'alcool par voie chimique ayant quantitativement, même au large contact avec l'air, une importance beaucoup moindre.

Il est même probable que, si nous avions employé dans nos expériences des levures à caractère aérobie plus prononcé, comme la mycolevure de Duclaux ou certains *Saccharomyces anomalus*, les quantités d'aldéhydes trouvées eussent été encore supérieures.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la préparation et sur quelques propriétés de l'oxyhémocyanine d'escargot cristallisée.* Note (¹) de M. **Ch. Déré**, présentée par M. A. Dastre.

J'ai constaté que si l'on soumet, à basse température, du sang d'escargot à une dialyse suffisamment prolongée pour éliminer la presque totalité des électrolytes, l'oxyhémocyanine se précipite entièrement à l'état cristallisé. J'ai observé de plus que, si l'on place dans un champ électrique (courant continu) du sang d'escargot longuement dialysé, mais encore limpide, on détermine le dépôt de cristaux d'oxyhémocyanine dans la région anodique.

Voici, d'une façon détaillée, les conditions expérimentales :

1° *Cristallisation par dialyse.* — Du sang d'escargots (*Helix pomatia*) en hibernation fut dialysé dans un sac de collodion, en présence d'eau distillée qu'on renouvelait matin et soir.

Le récipient était constamment entouré de neige et placé dans la glacière. A la fin du septième jour de dialyse, le sang était encore parfaitement limpide. Dans le cours du huitième jour, il devint très trouble et abandonna bientôt un abondant précipité; en même temps, la coloration azurée de la liqueur pâlit. Le seizième jour on arrêta la dialyse : il y avait au fond du sac un précipité dont le volume pouvait correspondre au $\frac{1}{6}$ environ du volume du sang traité; ce dépôt présentait, dans ses $\frac{2}{3}$ inférieurs où il était fortement tassé, une coloration d'un bleu sombre.

La liqueur superposée était sensiblement incolore et resta telle après agitation à l'air.

En examinant le dépôt au microscope (gr. 110 et 390), on s'aperçut qu'il était constitué de cristaux sans mélange de substance amorphe. Ces cristaux sont assez solubles dans les eaux mères à la température ordinaire tant que la dialyse n'a pas été poussée

(¹) Présentée dans la séance du 30 mars 1908.

assez loin. En introduisant les cristaux dans de l'alcool fort, additionné d'une trace d'acide acétique, on peut les conserver sans altération de forme.

2° *Cristallisation sous l'action du courant électrique.* — Du sang, dialysé 7 jours et ne présentant pas encore de trouble appréciable, fut introduit dans un tube de verre en U. Au moyen d'électrodes de platine, on fit traverser la liqueur par un courant continu de 120^{volts} (aux bornes) et de $\frac{1}{10}$ de milliampère. On vit apparaître aussitôt, autour du pôle +, des nuages floconneux et blanchâtres, qui descendaient peu à peu,

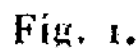
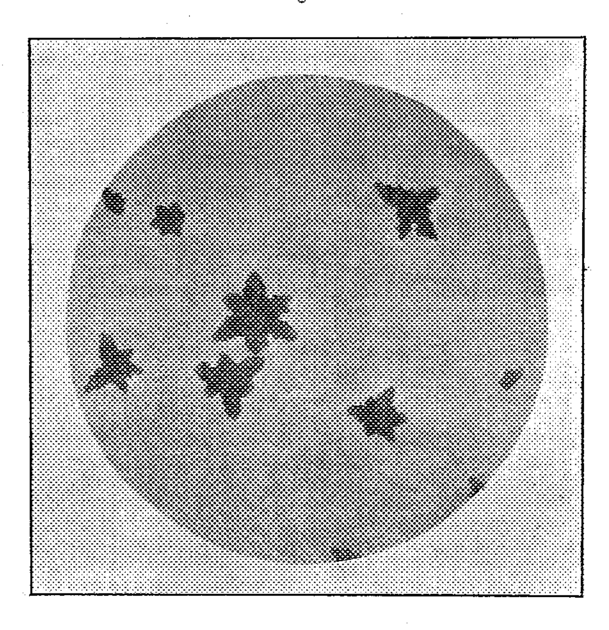


Fig. 1.



en se redissolvant partiellement d'abord, puis s'accumulèrent bientôt en couches stratifiées occupant, au bout de 2 heures et demie, les $\frac{2}{3}$ inférieurs environ de la branche positive.

A ce moment, les $\frac{2}{3}$ supérieurs de la colonne liquide de la branche négative étaient décolorés. Cette portion de la liqueur ne redevint pas bleue par agitation à l'air : l'oxyhémocyanine s'était transportée à l'anode, elle s'était comportée comme un colloïde électronégatif.

Les couches supérieures étaient très faiblement acides au pôle + et alcalines au pôle —.

Après quelques heures d'interruption du courant (température de la chambre : 16°), de nombreux cristaux s'étaient déposés sur les parois de la branche positive; quelques-uns d'entre eux, d'aspect dendritique, étaient nettement visibles à l'œil nu.

J'ai reconnu que la cristallisation commençait déjà pendant le passage du courant.

Si l'on agite le contenu des deux branches mélangé, les cristaux se dissolvent rapidement et complètement, et la liqueur reprend sa couleur bleue primitive.

Les cristaux obtenus par dialyse se présentent sous forme d'étoiles à six pointes

ordinairement régulières. Ces cristaux n'offrent pas de double réfraction appréciable quand on les examine à la lumière polarisée, même avec interposition d'une lame de gypse. Il s'agit, sans doute, de *cristaux squelettes* provenant d'octaèdres dont l'accroissement s'est fait principalement suivant la direction des trois axes rectangulaires. (J'ai vu des octaèdres dans l'oxyhémocyanine cristallisée lors du transport électrique.)

La figure ci-contre reproduit la photographie de quelques-uns de ces cristaux colorés par la fuchsine.

Un demi-gramme à peu près de cristaux secs laissa à la calcination un petit résidu noir, soluble dans quelques gouttes d'acide nitrique, en donnant une liqueur bleue. Cette liqueur fut évaporée dans le vide au-dessus de fragments de potasse; il resta des cristaux bleus dont la solution se colora fortement en rouge brun par addition de ferrocyanure de potassium.

L'hémocyanine renferme donc du cuivre et ne paraît pas, d'après quelques autres essais que j'ai faits, renfermer d'autre élément fixe.

L'hémocyanine pure donne nettement les réactions xanthoprotéique, de Millon, d'Adamkiewicz, de Piotrowsky et de Molisch.

Les cristaux sont solubles dans l'eau additionnée d'une trace d'acide acétique. Une telle solution, renfermant $7^g,59$ d'oxyhémocyanine par litre, absorbe, quand on l'interpose sous l'épaisseur de 3^{mm}, les radiations ultraviolettes comprises entre $\lambda 292,6$ et $\lambda 262,8$. En augmentant l'épaisseur, il apparaît une nouvelle bande qui, pour une couche de 10^{mm}, s'étend de $\lambda 364,0$ à $\lambda 328,2$. Cette dernière bande semble caractéristique de l'oxyhémocyanine; elle est probablement signalétique du groupement prosthétique cuprifère. Quant à la bande la plus réfrangible, elle coïncide avec celle que montrent toutes les substances albuminoïdes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Bile et pigments biliaires.* Note [1] de M. M. Piettre, présentée par M. Dastre.

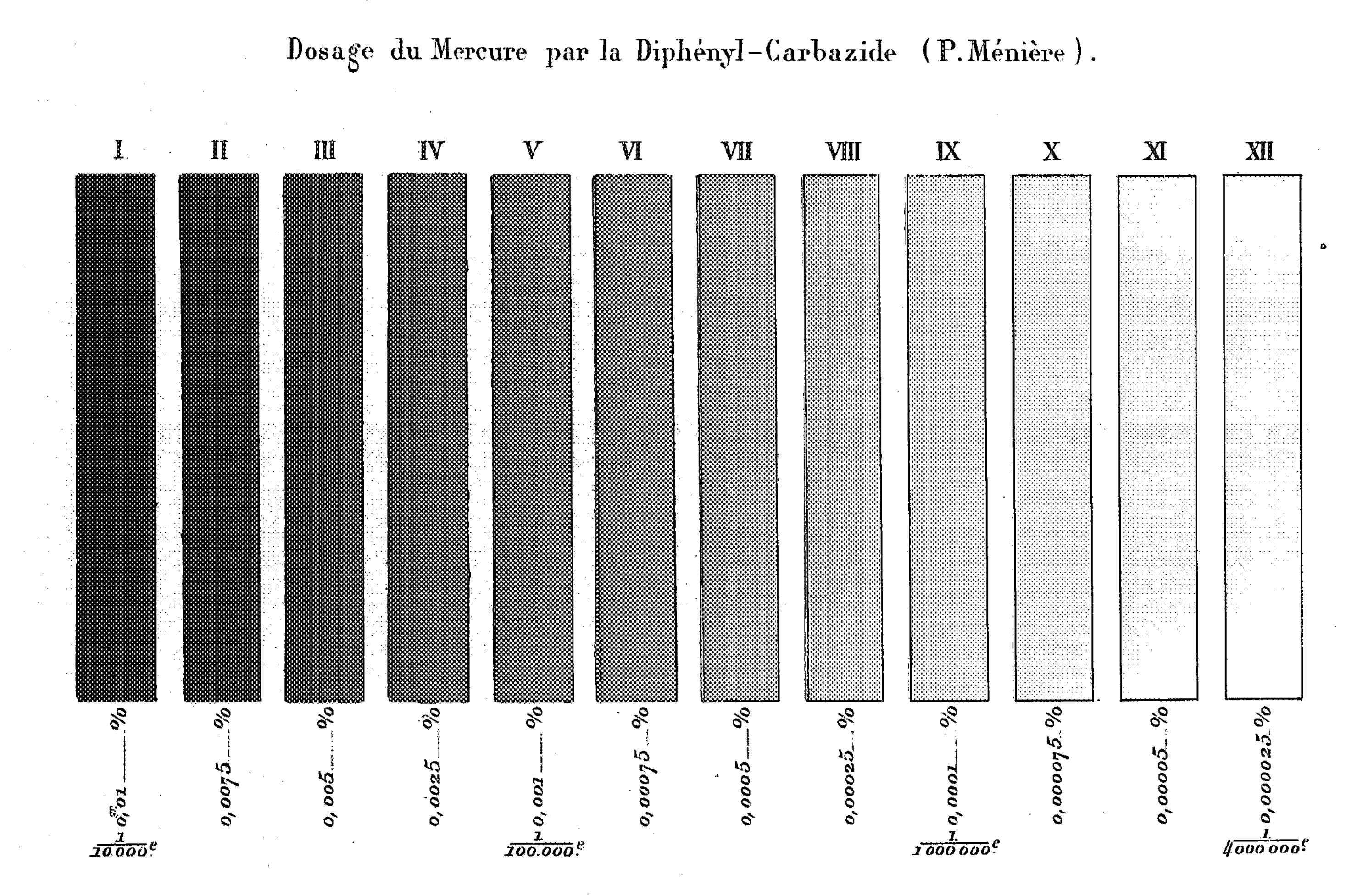
Si l'étude des bandes d'absorption ne suffit pas toujours à identifier d'une façon certaine une seule substance ou un mélange complexe, elle permet d'apporter de précieuses indications dans les recherches biologiques.

Nous avons appliqué à l'étude de la bile et des pigments biliaires la méthode mise en œuvre dans les recherches faites en collaboration avec M. Vila sur le pigment sanguin et ses dérivés : cuve prismatique, tubes longs de M. Étard, éclairage de l'arc et mieux de la lampe Nernst.

---

[1] Présentée dans la séance du 30 mars 1908.

Dosage du Mercure par la Diphényl-Carbazide (P. Ménière).



Imp. Monrocq Paris

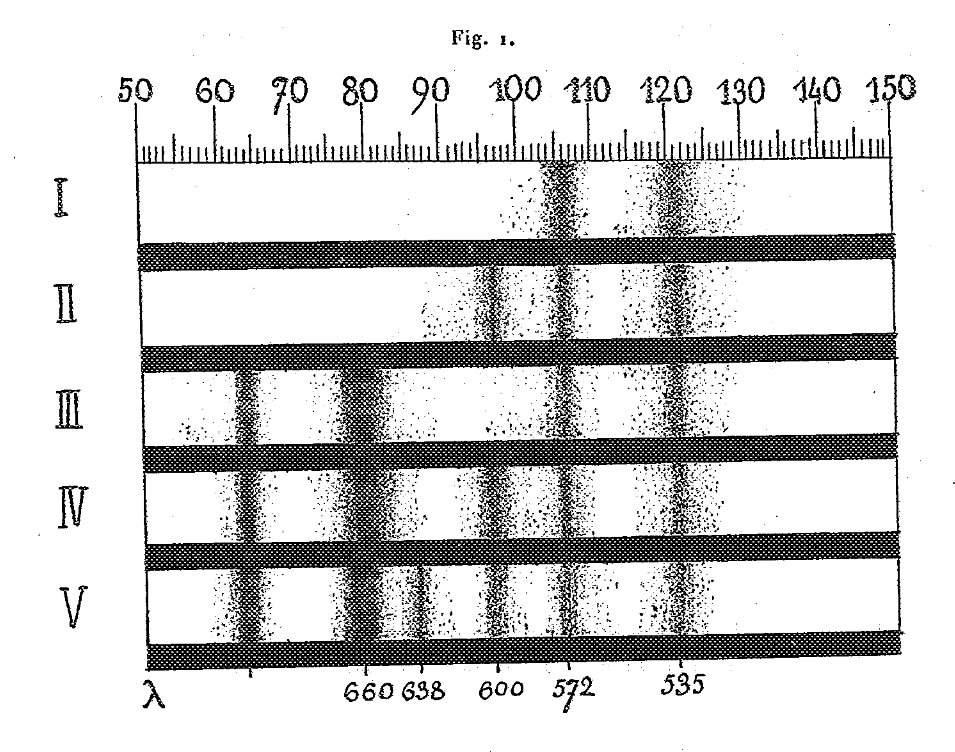
La bile des différentes espèces animales a été soumise à l'examen optique. Nous avons profité des précieuses observations recueillies par M. Étard. Nous devons également à la grande obligeance de M. P. Lambert la reproduction de remarquables clichés.

I. La bile est obtenue par ponction de la vésicule biliaire, après lavages de la paroi d'enveloppe, pour écarter rigoureusement toute souillure due à la matière colorante du sang.

On constate que les spectres varient notablement suivant les espèces.

La raie D du sodium ayant été mise en coïncidence avec la graduation 100 du micromètre, on obtient les schémas ci-dessous :

Fig. 1.



Biles : de mammifères (II homme, I porc, V chien); d'oiseaux (IV poulet, *gallus domesticus*); de poissons (III colin, *merlucius vulgaris*).

L'addition à la bile de quelques gouttes d'une solution de NaF à 2 pour 100 rend les observations, dans l'extrême rouge, plus aisées et plus complètes; il se produit un léger précipité qui entraîne les mucosités tenues en suspension.

En dépit de ces variations qui font penser à une grande différence des diverses biles au point de vue spectroscopique, il existe un lien commun à toutes, la présence des deux bandes du vert $\lambda = 572$ et $\lambda = 535$. On les retrouve dans tous les spectres, mais avec une intensité inégale. Il convient de remarquer la grande analogie avec les bandes α

et β de l'oxyhémoglobine; même intensité relative, position presque identique dans le spectre, comme le montrent les chiffres suivants :

Oxyhémoglobine.... $\begin{cases} (\alpha) & \lambda = 575, \\ (\beta) & \lambda = 535. \end{cases}$ Bile.... $\begin{cases} \lambda = 572, \\ \lambda = 535. \end{cases}$

II. L'expérience montre qu'il n'y a pas nécessité absolue d'attribuer ces propriétés optiques aux seuls pigments décrits.

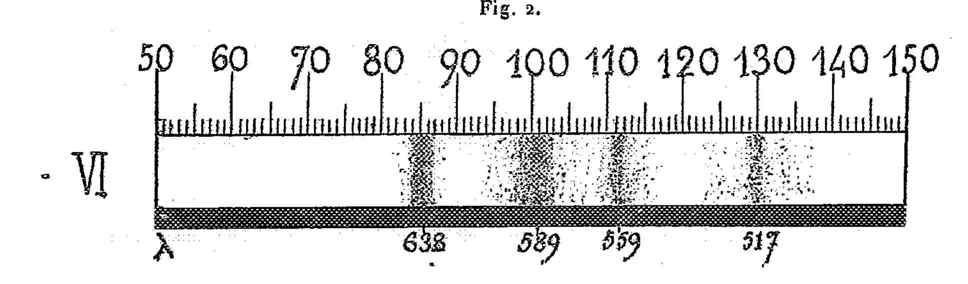
L'examen spectroscopique de ces pigments prouve, en effet, comme cela a été déjà indiqué, que les mieux étudiés, au point de vue chimique (bilirubine, biliverdine), sont inactifs vis-à-vis des rayons lumineux.

La bilirubine cristallisée ne possède aucun spectre spécifique; cette particularité constitue le meilleur caractère de la pureté chimique.

La biliverdine préparée par chauffage au bain-marie d'une solution alcaline de bilirubine dans l'alcool méthylique n'acquiert de bande d'absorption qu'après un certain temps. Aussitôt isolée et examinée, en liqueur neutre ou alcaline, on ne constate aucune absorption. Mais, par exposition à l'air, apparaît une forte bande $\lambda = 638$.

Dans l'attaque acide des calculs biliaires, on obtient la même matière verte par épuisement à l'alcool méthylique. En outre, le traitement par le chloroforme entraîne

Fig. 2.



tout d'abord une substance colorée qui, à l'état solide, possède des reflets mordorés et dont la solution orangé foncé est caractérisée par un spectre (VI) très net et très pur.

C'est donc surtout à la superposition des spectres de ces deux derniers pigments qu'est dû le spectre de la bile.

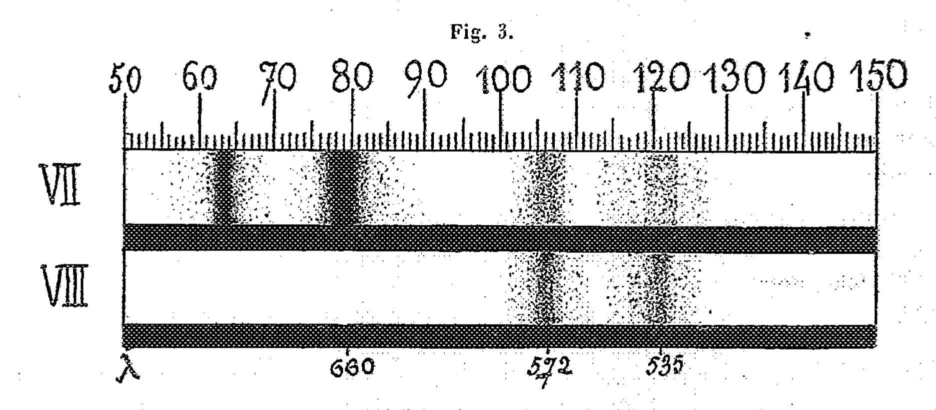
III. Les variations des spectres des différentes biles s'expliquent par la proportion de ces pigments suivant les cas.

En outre, il existe une relation assez étroite entre la coloration de ce liquide biologique et ses propriétés spectroscopiques, relation qui semble en harmonie avec la conception physique des couleurs complémentaires; une bile verte possède généralement ses bandes d'absorption localisées dans

la région rouge du spectre, tandis que, inversement, une bile orangée présente ses bandes dans le vert. L'oxyhémoglobine et la chlorophylle donnent lieu à la même remarque.

Le fait est très net pour la bile d'une même espèce; chez les bovidés, la coloration de ce liquide peut aller du vert foncé au blond très clair, et cela indépendamment du régime alimentaire. Aussi les spectres sont-ils nettement différents (VII et VIII), au point de vue de la situation des bandes d'absorption et surtout de leur intensité.

Fig. 3.



Même observation pour les biles des différentes espèces.

La bile de porc, le plus souvent orangé très clair, ne possède, dans ce cas, que les deux bandes du vert.

La bile de poulet (*gallus domesticus*, IV), vert foncé, celle de colin (*merlucius vulgaris*), vert émeraude, absorbent fortement le rouge, extrêmement peu le vert.

Conclusion. — Les variations qu'on observe dans le spectre de la bile des animaux d'espèces différentes ou de même espèce s'expliquent par la présence des divers pigments biliaires. La caractéristique optique de chaque bile dépend également de la proportion relative de ces pigments.

MÉDECINE. — *Origine canine du Kala-Azar.* Note de MM. Charles Nicolle et Charles Comte, présentée par M. Laveran.

Dans une Note antérieure (¹), l'un de nous, après avoir montré la sensibilité du chien au Kala-Azar (virus tunisien), et rapproché cette donnée de

(¹) *Comptes rendus*, 2 mars 1908.

la constatation rétrospective faite par lui de cas de maladie indéterminée chez des chiens de l'entourage de certains enfants atteints, concluait que le Kala-Azar était peut-être une maladie du chien transmissible à l'homme.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons examiné systématiquement, depuis le début de mars 1908, les cadavres des chiens asphyxiés à la fourrière de Tunis.

Nous devons nos remercîments à M. J. Valensi, directeur des Services administratifs de la ville de Tunis, qui a bien voulu faciliter nos recherches.

Nos examens ont porté actuellement sur 40 animaux. L'un d'eux était atteint de Kala-Azar spontané, caractérisé par la présence de corps de Leishman dans les organes habituellement envahis par ces parasites : rate, moelle des os, foie.

Voici, en quelques lignes, le résumé de nos constatations :

Caniche noire, très amaigrie, présentant un écoulement purulent de l'oreille, asphyxiée à la fourrière le 18 mars au soir, apportée à l'Institut Pasteur de Tunis le 19 au matin, examinée vers midi.

La rate est très allongée, à peine un peu hypertrophiée; elle est pâle, sa consistance paraît normale. Le foie est gros, congestionné; aucune autre lésion, sauf une hypertrophie notable des ganglions cervicaux, en rapport sans doute avec l'otite.

L'examen microscopique montre la présence de corps de Leishman caractéristiques, assez nombreux dans la rate et la moelle osseuse, exceptionnels dans le foie. Nous n'avons rencontré aucun de ces parasites sur les frottis de sang périphérique, de liquide céphalo-rachidien et des organes suivants : rein, poumon, glandes salivaires, bulbe. Ces corps sont presque toujours isolés; nous n'en avons vu d'intra-cellulaires que dans la moelle osseuse, où un bon nombre d'entre eux paraissent avoir subi une altération, peut-être consécutive à la mort.

Cette observation nous paraît des plus importantes. Elle prouve l'origine canine du Kala-Azar.

Nous continuons nos recherches afin d'établir la fréquence de l'infection spontanée chez le chien à Tunis. Des expériences seront également entreprises pour reconnaître comment se fait la transmission de la maladie du chien à l'homme. L'hypothèse la plus probable est qu'il s'agit de parasites cutanés (puces sans doute). Il sera également nécessaire d'établir la symptomatologie de la maladie chez le chien. Ce que nous en savons semble indiquer que le diagnostic en sera délicat, puisque l'animal ne paraît pas ou à peine malade et que la présence des parasites est difficile à déceler dans le sang périphérique. Or, des mesures prophylactiques sévères s'im-

posent contre une maladie dont la gravité pourrait devenir extrême, si sa fréquence devait égaler à Tunis celle qu'on observe dans certaines régions des Indes.

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Rôle de la torsion positive dans les hélices aériennes et les aéroplanes*. Note de M. **P. Amans**, présentée par M. Alfred Giard.

Une palette d'hélice étant montée sur son moyeu, coupons-la par une série de cylindres circulaires concentriques ayant même axe que le moyeu. J'appelle *déclinaison* l'angle que fait la corde de section avec le plan de l'équateur. Dans l'hélice géométrique, l'angle va en diminuant du centre à la périphérie, ou, en termes anatomiques, du proximum au distum ; la torsion est dite négative ; *dans une palette zooptère,* c'est l'inverse : *la torsion est positive.*

J'ai, autrefois, supposé que ce fait était intimement lié à l'élasticité de la palette. Le bord postéro-distal étant le plus flexible, il faut que la déclinaison distale au repos soit plus grande que l'angle théorique reconnu ou supposé le meilleur, la résistance de l'air faisant fléchir ce bord postéro-distal quand la palette est en mouvement. Les constructeurs d'hélices marines n'ignorent pas l'influence de l'élasticité, et, bien que l'hélice marine soit très peu flexible, on place la palette de manière à avoir une déclinaison distale plus grande que la théorique.

On peut très bien accepter une palette élastique à torsion positive et rester quand même partisan de l'hélice géométrique, si l'on admet que la déformation par la poussée aérienne a pour résultat final une torsion négative. Mais est-il bien sûr qu'il faille absolument une torsion négative? Pourquoi ai-je obtenu des rivières si puissantes avec des palettes où la déformation n'empêchait pas la torsion de rester positive? Bien mieux, des expériences récentes me prouvent que, si une palette zooptère est bien construite, la poussée aérienne tend à augmenter la déclinaison distale. Si l'aile était formée d'un bord antérieur rigide, suivi d'un voile membraneux, comme l'ont proposé certains auteurs, il y aurait sûrement diminution de la déclinaison distale; mais les courbures de l'aile véritable sont telles qu'*à une augmentation de résistance correspond une augmentation antagoniste d'envergure et de déclinaison distale.*

Une de mes palettes avait, en sortant du gabarit, une forme spéciale, dont j'ai bien noté les déclinaisons à différentes distances de l'axe de rotation, ainsi que la concavité et la courbure du bord antérieur. Une fois montée sur le moyeu, de manière que la déclinaison distale à 35^{cm} de l'axe fût de 16°, l'envergure était de 90^{cm}; après une rotation à 1000 tours, nous trouvons la concavité légèrement diminuée, et à cette même distance de l'axe une déclinaison de 29° : l'envergure est de $1^m,04$. Cette déformation est fixe, parce que la limite d'élasticité a été dépassée, mais elle nous fait saisir sur le vif la manière de se déformer. Cette déformation est du reste constante, c'est-à-dire qu'à 630 tours [1] par exemple, nous avons $1^m,10$ d'envergure, à 880 tours, $1^m,12$; mais, au repos, nous retrouvons toujours $1^m,04$.

Un tel résultat ne saurait surprendre un naturaliste : il sait que l'extension du bord antérieur s'accompagne toujours d'une circumduction, d'une rotation longitudinale, qui augmente la déclinaison distale. On peut constater ce fait sur une rémige digitale antérieure, en essayant de la redresser.

Quelle peut bien être l'utilité de ce principe appliqué aux hélices aériennes? Supposons un aéronat muni de zooptères, à une déclinaison convenable, eu égard à la vitesse de rotation et à celle de translation en air calme. La déclinaison relative est un peu différente : c'est une résultante de la vitesse de rotation et de celle d'avancement. Tout à coup, on a un vent debout; on fait pour le combattre une avance à l'allumage, de manière à faire tourner plus vite et augmenter la force propulsive. Si nous tournons plus vite, nous augmentons l'envergure et la déclinaison distale; mais c'est justement ce qu'il nous faut, puisque avec un vent debout il faut augmenter la déclinaison distale, si l'on veut que la déclinaison relative change peu. Nous avons donc dans la géométrie seule de la zooptère, indépendamment de tout mécanisme entre les mains d'un chauffeur, une régulation automatique de l'envergure et de la déclinaison; il serait impossible de l'obtenir avec les hélices habituellement employées.

Un mot sur les aéroplanes. Il n'y a aucun animal qui fasse exclusivement de l'aéroplane, sauf peut être les Exocœtes et Dactyloptères, dont la marche est plutôt une série de bonds. Les rameurs et les voiliers ont le pouvoir de déformer leur aile, et de changer à leur gré le rapport des déclinaisons dis-

---

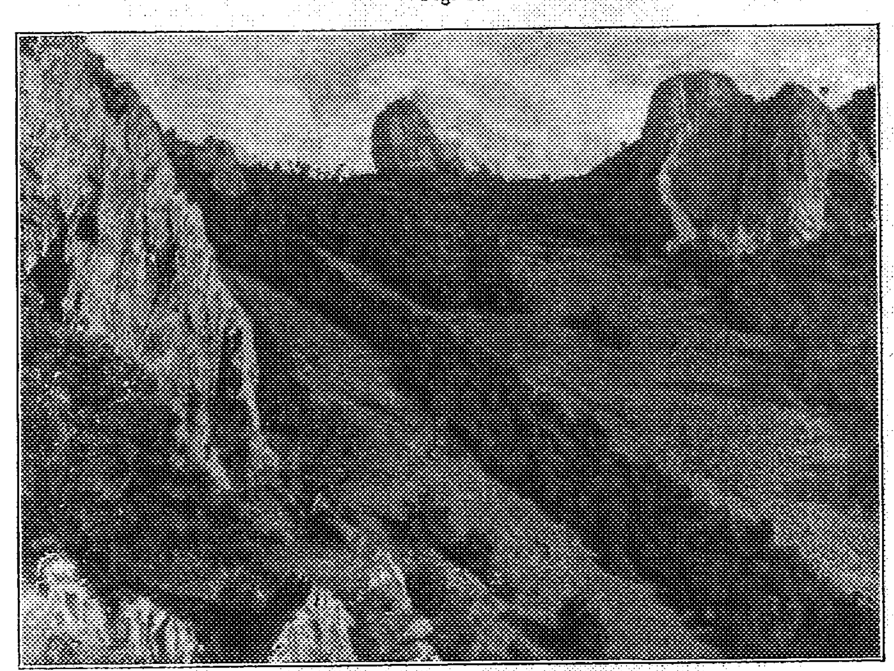
[1] La palette est photographiée au repos, à 630 tours et à 880, en trois poses successives sur la même plaque, disposée parallèlement à l'axe de rotation. Les épreuves montrent très nettement les variations d'envergure du bord antérieur et ses différentes inclinaisons sur l'axe.

tale et basilaire. L'étude des rémiges distales (¹) et des élytres de Coléoptères nous montre que la torsion positive ne manque jamais. Si la torsion positive est un facteur constant et nécessaire du vol plané, on fera bien de l'appliquer aux aéroplanes; l'expérience du vol, la statistique des chutes montrera si ce perfectionnement est suffisant, si l'on peut se passer des changements volontaires de déclinaison distale.

HYDROLOGIE. — *Sur les variations de température de la source de la Sainte-Baume (Var).* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. Albert Gaudry.

L'ancien dogme de la constance de température des sources se révèle de

Fig. 1.



Grand claprie de la Sainte-Baume (Var).

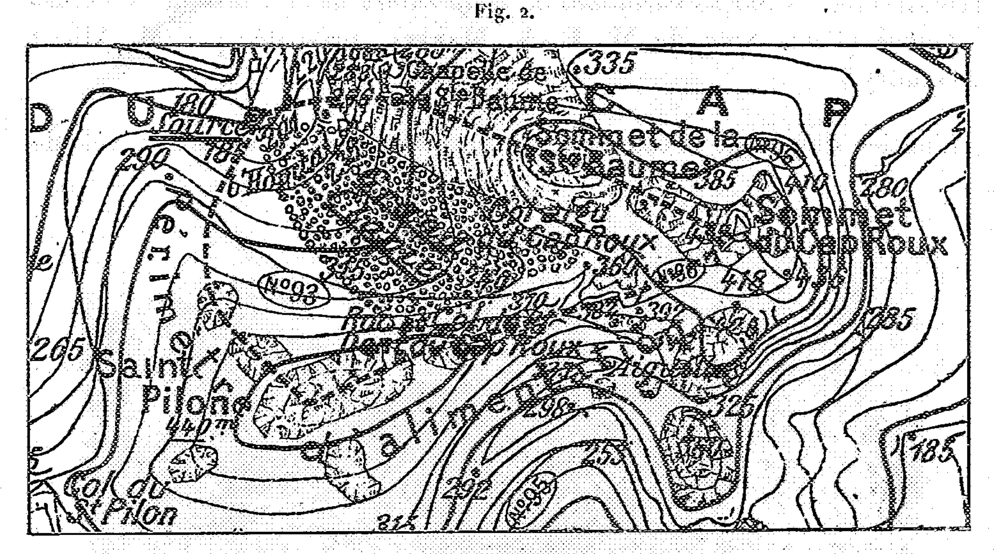
plus en plus faux. Après les nombreuses preuves et explications que j'ai

(¹) Ce Mémoire est sur le chantier; quant aux élytres, voir *Géométrie comparée des ailes dures* (*Congrès de l'Assoc. fr. avanc. sc.*, Ajaccio, 1901).

fournies de son inexactitude dans les terrains fissurés (calcaire et craie), je viens de la constater aussi à travers un épais dépôt détritique de roches cristallines fragmentées.

La principale source du massif de l'Estérel (Var), celle de la Sainte-Baume, jaillit à 185^m d'altitude, à l'extrémité inférieure d'un immense *clapier*, provenant de la démolition météorique des escarpements de la Sainte-Baume et du cap Roux qui, à l'Ouest, dominent la source de 200^m à

Fig. 2.



Plan du bassin alimentaire de la source de la Sainte-Baume (au $\frac{1}{10000}$).

250^m en moyenne. La vue et le carton ci-dessus (amplification extraite de ma carte de l'Estérel au $\frac{1}{20000}$) expliquent suffisamment la situation, la forme et l'aspect du bassin ou périmètre d'alimentation de la source de la Sainte-Baume. Ce bassin, approximativement triangulaire, n'a pas 7 hectares de superficie. Cependant la source ne tarit jamais. Elle subit seulement des variations proportionnelles aux chutes des pluies.

Le 31 octobre 1907, après un mois exceptionnellement pluvieux, la source de la Sainte-Baume débordait de partout, autour de son point de captage, et sa *température était de* 13° C.; tandis que celle des ruisseaux voisins (coulant à flots dans tous les ravins) arrivait à 14°,5 et celle de l'air à 18°. Or, antérieurement et à de nombreuses reprises en hiver et au printemps, *j'avais toujours trouvé la source à* 10°,5; il faut donc maintenant reconnaître

qu'elle ne demeure pas à une température constante; son alimentation, par le grand clapier d'où elle descend, est assez rapide et assez superficielle après les pluies pour que celles-ci communiquent leur chaleur estivale-automnale ou leur froidure hivernale à ses filets les plus profonds. Donc, tout comme les sources du calcaire, celle de la Sainte-Baume subit l'influence immédiate et directe des infiltrations extérieures; par conséquent elle deviendrait contaminable, si son petit bassin alimentaire était habité (ce qui d'ailleurs n'arrivera point). La taille des blocs d'éboulis à gros interstices, qui constituent le clapier, est la cause très simple du fait ainsi reconnu. Car on sait depuis longtemps que les granites, fissurés en profondeur, donnent des eaux plus ou moins pures, selon le grain et l'épaisseur (et, par suite, selon le degré de filtrage) des arènes de décomposition qui les recouvrent.

La constatation qui précède indique que, dans les roches cristallines, même détritiques, comme dans le calcaire et tous les éboulis en général, les observations de température peuvent fournir, pour le captage des sources, de précieuses indications hygiéniques sur la rapidité de transmission des pluies et par conséquent des éléments nocifs éventuellement infiltrés avec elles.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 avril 1908.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport sur la nécessité de l'application exacte du Système métrique à toutes nos monnaies,* présenté dans la séance du 16 mars 1908, par M. Violle. Commissaires : MM. Darboux, Bouquet de la Grye, Mascart, Lippmann, Poincaré, Radau; Violle, rapporteur. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. CXLVI, p. 563.) Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-4°. (Tiré à 500 exemplaires.)

Axes principaux du temps de parcours, par HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut. (Extr. du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*) Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon; XIX^e Bulletin chronométrique, année 1906-1907, publié par M. A. LEBEUF, Directeur de l'Observatoire. Besançon, J. Millot et C^{ie}, 1908; 1 fasc. in-4°.

Statistique générale de la France. Mouvement de la population, années 1905 et 1906; t. XXXV et XXXVI. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-4°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. VII, fasc. 4, avril 1908. Montpellier; 1 fasc. in-4°.

Prominence and coronal structure, by WILLIAM-J.-S. LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* A, t. LXXX.) Londres, 1908; 1 fasc. in-8°.

Katalog von 10663 *Sternen zwischen* 0° *und* 50° *nördlischer Declination für das Aequinoktium* 1900, *nach den Beobachtungen am Repsold'schen Meridiankreise der königlichen Sternwarte zu Bonn, in den Jahren* 1894 *bis* 1903, von FRIEDRICH KÜSTNER, (Veröffentlichungen der königl. Sternwarte zu Bonn; n° 10.) Bonn, Friedrich Cohen, 1908; 1 vol. in-4°.

Commissão geographica e geologica do Estado de S. Paulo. *Exploracão do Rio do Peixe.* São Paulo, 1907; 1 fasc. in-f°.

La vialidad del Este de la Republica O. del Urugay, por FRANCISCO-J. ROS. Montevideo, 1907; 1 fasc. in-12.

El Cerro « Tupambay » al través de la historia, la geografia y la cartografia, por FRANCISCO-J. ROS. Montevideo, 1907; 1 fasc. in-8°.

Théorie universelle basée sur la physique moléculaire, l'élasticité parfaite du fluide universel, par M. N. SLOMNESCO. Ploesti, 1908; 1 fasc. in-12.

The Journal of tropical veterinary Science; t. III, n° 1, 1908. Calcutta; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de Pâques la séance du lundi 20 avril est remise au mardi 21.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le planement des oiseaux.* Note de M. **Marcel Deprez.**

Le phénomène du *planement* des oiseaux grands voiliers est un de ceux qui ont le plus excité l'étonnement et la sagacité des mécaniciens. Il consiste comme on le sait en ceci : l'oiseau, les ailes étendues et immobiles, se tient à une certaine hauteur au-dessus du sol dans une fixité absolue comme le ferait un cerf-volant amarré à un point fixe à l'aide d'une cordelette qui l'empêche d'être entraîné par le vent auquel il doit sa force ascensionnelle. Or la force qui soutient l'oiseau et l'empêche de tomber est certainement identique à celle qui soutient le cerf-volant, c'est-à-dire qu'elle est due à un courant d'air dans lequel se tient l'oiseau et qui exerce sur ses ailes une pression qu'on peut décomposer en deux autres : une composante verticale égale et contraire au poids de l'animal et une composante horizontale qui dans le cerf-volant est équilibrée par la résistance de l'amarre. L'oiseau étant entièrement libre, pourquoi n'est-il pas entraîné par cette composante horizontale qui est augmentée, en outre, de la pression exercée par le courant d'air sur le corps même de l'oiseau?

Cette question a été l'objet de beaucoup de controverses qui n'ont servi qu'à mettre en lumière l'extrême difficulté de trouver une réponse satisfaisante. Cette difficulté est telle qu'on a vu récemment des ingénieurs

distingués émettre l'opinion que le planement des oiseaux constitue un phénomène mystérieux dont l'explication ne peut être donnée dans l'état actuel de nos connaissances.

Je vais montrer que cette explication est, au contraire, facile et ne comporte aucune hypothèse en dehors des lois élémentaires de la Mécanique. Il suffit d'ailleurs, pour résoudre le problème qui nous occupe, de se rappeler une seule de ces lois, relative à la pression exercée par un gaz en repos ou en mouvement, et en vertu de laquelle cette pression est toujours dirigée suivant la normale à la surface sur laquelle elle s'exerce, à la condition qu'on considère comme négligeable le frottement exercé par les molécules gazeuses sur les surfaces le long desquelles elles glissent. Il est facile d'ailleurs de tenir compte de cette action tangentielle si on le juge nécessaire et de démontrer qu'elle n'infirme en rien les résultats auxquels nous conduit la loi des pressions normales à la surface.

Ceci posé, il est facile d'analyser les forces auxquelles est soumis un petit plan représentant un élément de l'aile d'un oiseau placé dans un courant d'air *horizontal* (dirigé de gauche à droite) et faisant avec ce courant un angle (compté dans le sens des aiguilles d'une montre) compris entre zéro et $\frac{\pi}{2}$. On reconnaîtra immédiatement que la force normale au plan, due à la pression du courant d'air, se décompose en une force verticale dirigée de *bas en haut*, c'est-à-dire en sens contraire du poids de l'oiseau, et en une force horizontale dirigée de gauche à droite, c'est-à-dire *dans le sens du courant d'air*. L'oiseau sera donc soutenu, mais entraîné dans le sens du courant d'air. Donc, quoi qu'on fasse, le planement est impossible si le courant d'air a une direction rigoureusement horizontale.

Supposons maintenant qu'on donne au courant d'air une direction *légèrement ascendante* ou, ce qui revient au même, qu'il fasse avec l'horizontale un angle qui, compté dans le sens des aiguilles d'une montre, ait une valeur négative, mais peu considérable, telle qu'une dizaine de degrés, et donnons au petit plan une inclinaison également négative, mais inférieure à celle du vent, de façon qu'il soit situé dans l'espace angulaire compris entre l'horizontale passant par son centre et la droite représentant la direction du vent, menée par ce même centre. Puis décomposons comme dans le cas précédent la pression normale exercée sur le plan par le courant d'air en deux forces, l'une verticale, l'autre horizontale. Nous reconnaîtrons immédiatement que la composante verticale est encore dirigée de bas en haut, c'est-à-dire en sens contraire du poids de l'oiseau, tandis que la *composante*

horizontale est dirigée en sens contraire de la direction du vent supposée horizontalement. Le petit plan *aura donc une tendance à se mouvoir en sens contraire du vent,* et, si la force horizontale ainsi développée est équilibrée par une force égale et contraire, due, par exemple, à la pression du vent sur le corps de l'oiseau, la résultante des forces appliquées au petit plan se réduira à la composante verticale dirigée en sens contraire du poids de l'oiseau. Il est facile de conclure de cette analyse que l'intégrale de toutes les forces élémentaires appliquées aux ailes de l'oiseau peut se réduire à une force verticale qui, si les données numériques du problème (vitesse et inclinaison du vent, surface et inclinaison des ailes) sont convenablement choisies, sera exactement égale au poids de l'oiseau, de sorte que celui-ci, n'étant plus soumis à l'action d'aucune force horizontale ou verticale, restera en repos dans l'espace, au milieu du courant d'air, sans avoir besoin de développer aucun travail mécanique et, par conséquent, sans imprimer aucun mouvement périodique à ses ailes. *En un mot, il planera.*

J'ai pu appliquer à l'action exercée sur la concavité d'une aile courbe le procédé d'analyse que je viens de faire connaître et je suis arrivé à des conclusions encore plus catégoriques. J'ai trouvé d'abord comme il est facile de le pressentir que les surfaces courbes (telles que sont les ailes des oiseaux en réalité) donnent des résultats bien plus nets et bien plus variés que les plans et qu'elles se prêtent mieux à un calcul numérique approché de la valeur des composantes horizontale et verticale qu'on peut faire varier presque indépendamment l'une de l'autre. En un mot, les surfaces courbes présentent à tous les points de vue une supériorité indiscutable sur les surfaces planes.

Enfin j'ai voulu soumettre au contrôle de l'expérience les conclusions singulières et cependant si claires que je viens d'exposer, et j'ai imaginé un petit appareil [1] destiné à mettre en évidence l'existence de la composante horizontale dirigée en sens contraire du vent lorsque ce dernier suit une trajectoire oblique ascendante. Il se compose d'une surface courbe portée par un chariot très léger mobile sur un plan faiblement incliné. La surface courbe étant convenablement orientée, on dirige contre elle et par-dessous le courant d'air d'un ventilateur et l'on constate que, loin de fuir devant le courant d'air, elle se dirige en *sens contraire dudit courant* en *remontant le plan incliné* grâce auquel elle retourne ensuite à sa position primitive lorsque le courant d'air est supprimé.

---

[1] Cet appareil a été réalisé sous la direction de M. Verney.

Une des conséquences les plus curieuses et les plus importantes de l'étude à laquelle nous venons de nous livrer est qu'on peut construire des *aéronats dirigeables à voiles* empruntant *exclusivement au vent* leur force ascensionnelle ainsi que la force motrice qui leur permet d'évoluer dans tous les sens tant que le vent souffle suivant une direction légèrement ascendante.

Dans une prochaine Note je préciserai le rôle de la forme concave des ailes de l'oiseau dans le planement stationnaire.

NAVIGATION. — *Détermination des longitudes en mer par la télégraphie sans fil.* Note de M. É. GUYOU.

J'apprends par le *Compte rendu* de la séance du 30 mars, à laquelle il ne m'a pas été possible d'assister, que l'Académie vient de soumettre à l'examen d'une Commission une proposition de notre confrère M. Bouquet de la Grye relative à la détermination des longitudes par la télégraphie sans fil.

Le Bureau des Longitudes, dans les attributions duquel rentrent les questions de cette nature, s'étant occupé du même sujet aux mois de décembre et janvier derniers, peut-être l'Académie jugera-t-elle utile d'être renseignée sur la décision qui a été prise dans cette circonstance avant de se prononcer elle-même.

La proposition présentée au Bureau dans sa séance du 22 janvier dernier était formulée dans les termes suivants :

« Dès l'apparition de la télégraphie sans fil, il n'échappa à personne, » dans les milieux compétents, que grâce au nouveau mode de transmission » de signaux, le problème des longitudes en mer pouvait être considéré » comme virtuellement résolu et, si, jusqu'à ce jour, les marins et les astro- » nomes ont paru se désintéresser de la question, c'est qu'il eût été préma- » turé d'engager ou de projeter quoi que ce fût avant que l'expérience eût » renseigné sur les moyens pratiques d'utiliser les ondes hertziennes.

» Mais aujourd'hui il n'y a plus aucune raison de différer l'étude et la » mise à exécution des dispositions propres à réaliser un progrès d'impor- » tance aussi capitale pour la sécurité de la navigation. Nous constatons » d'une part, en effet, par la régularité des communications échangées entre » Paris et la Division navale du Maroc, que la transmission des signaux » peut s'effectuer jusqu'à une distance de 1000 milles, et l'on peut conclure » de là que, sauf pour un petit nombre de régions, il est désormais possible, » au moyen d'un ensemble de stations radiotélégraphiques convenablement » réparties sur les îles et les rives des continents, d'envoyer des signaux

» horaires en tous les points des océans. D'autre part, la technique de la » télégraphie sans fil est aujourd'hui bien acquise; les instruments récep- » teurs actuels notamment sont d'un maniement assez simple pour qu'on » puisse en répandre l'usage sur les navires de commerce, et ces appareils » peuvent encore être notablement simplifiés. M. Tissot vient précisément » de placer sous les yeux du Bureau des Longitudes un modèle remar- » quablement simple qu'il a expérimenté avec plein succès.

» On pourrait enfin citer, comme nouvelle preuve que la question est » bien mûre au point de vue technique, ce fait que, depuis le mois de juillet » dernier, un service de signaux horaires fonctionne à la station radiotélé- » légraphique de Camperdown, au port d'Halifax (Canada).

» M. Tissot, rendant compte d'expériences de transmission d'heure effec- » tuées récemment entre Paris et Brest, propose d'installer un service » analogue sur la tour Eiffel; il ajoute que les signaux horaires ainsi trans- » mis permettraient aux navires passant à 200 milles de toutes nos côtes de » régler leurs chronomètres. Cette proposition de M. Tissot mérite, pour » diverses raisons d'ordre technique, d'être prise en sérieuse considération; » mais, si l'on examine la question à un point de vue général, on se rend » compte aisément qu'il n'est pas possible de s'en remettre à l'initiative » indépendante des diverses puissances du soin de créer des stations » horaires. Il est évident tout d'abord que des stations horaires dont les » zones d'influence seraient voisines et même, en partie, communes n'abou- » tiraient qu'à des confusions plus dangereuses que les incertitudes de » l'état actuel sans une entente préalable sur le mode de signal adopté et » sur le méridien fondamental choisi. D'ailleurs ce problème des longi- » tudes en mer est, par sa nature même, un problème d'ordre essentiel- » lement international, dont la solution doit être étudiée au point de vue » des intérêts généraux de la navigation et réalisée d'après un plan d'en- » semble établi par une Commission aussi compétente au point de vue » scientifique qu'au point de vue nautique, c'est-à-dire par une Commission » internationale composée de savants et de marins.

» Le Bureau des Longitudes est, par ses attributions mêmes, particuliè- » rement qualifié pour prendre l'initiative de provoquer la réunion de » cette Commission. »

Le Bureau des Longitudes adopta ces conclusions et voulut bien me charger de préparer les documents nécessaires pour y donner suite immédiatement; sans une indisposition prolongée pendant laquelle tout travail me fut impossible, la question serait réglée depuis deux mois.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur les hydrates de lithine.* Note de M. DE FORCRAND.

I. *Hydrate cristallisé :* $LiOH, H^2O$. — W. Dittmar [1], en 1888, avait déjà décrit ce composé, qui s'obtient par simple refroidissement de la dissolution chaude ou par évaporation à froid, dans l'air décarbonaté et sec, d'une dissolution concentrée de lithine pure. Il lui avait trouvé la composition $Li^2O + 3,235\,H^2O$ ou $LiOH + 1,117\,H^2O$, soit sensiblement $Li^2O + 3H^2O$ ou $LiOH, H^2O$.

J'ai répété plusieurs fois cette préparation et j'ai constamment obtenu en effet des nombres compris entre 3,15 et $3,50\,H^2O$ pour Li^2O, mais l'excès d'eau ($0,15$ à $0,50\,H^2O$) n'est dû qu'à un peu de dissolution aqueuse retenue par les cristaux. On peut les avoir tout à fait secs en les maintenant, pendant 1 heure environ et jusqu'à poids constant, dans un courant d'hydrogène à $+33°$ seulement. La formule est alors très exactement

$$Li^2O + 3H^2O \quad \text{ou} \quad LiOH, H^2O.$$

La chaleur de dissolution de cette combinaison, à $+15°$ et pour $Li^2 = 4^l$, est de $+1^{Cal},02$ pour $Li^2O, 3H^2O$, soit $+0^{Cal},51$ pour $LiOH, H^2O$.

Lorsqu'on veut la transformer en lithine LiOH, le mieux est de la placer dans le vide sec à la température ordinaire, jusqu'à poids constant, ce qui demande plusieurs semaines, ou bien encore de mettre ces cristaux, pulvérisés ou non, dans une nacelle qu'on chauffe dans un courant d'hydrogène pur et sec à une température ne dépassant pas $+140°$. Une heure suffit.

Le produit a exactement la composition LiOH, et son poids est constant. C'est un corps effleuri, non fondu, blanc.

C'est la véritable lithine, dont l'état de condensation est le même que celui de l'hydrate cristallisé, et c'est le seul moyen de la préparer. On ne peut l'obtenir fondue.

Sa chaleur de dissolution (toujours à $+15°$ et pour une dilution de Li^2 pour 4^l) est de $+8^{Cal},93$ pour Li^2, soit $+4^{Cal},465$ pour LiOH.

La différence :

$$+8,93 - 1,02 = +7,91,$$

correspond à $2LiOH + 2H^2O$, soit $+3^{Cal},955$ pour H^2O liq.

---

[1] *Journal of the Society of chemical Industry*, t. VII, 1888, p. 731.

La fixation de H^2O gaz sur LiOH dégage donc $+13^{Cal},615$. Or

$$\frac{13615}{30} = 454^\circ \text{abs.}, \quad \text{soit} \quad +181^\circ \text{C}.$$

Le point d'*ébullition* de l'hydrate cristallisé est donc de $+181^\circ$, et il est tout à fait normal qu'il cède sa molécule d'eau, dans un courant d'hydrogène sec, vers $+140^\circ$, en conservant le même degré de condensation.

Mais, si l'on chauffait à plus haute température, on obtiendrait des produits polymérisés analogues à la lithine pure du commerce.

Lithine pure du commerce. — On trouve actuellement dans le commerce, depuis peu d'années, des échantillons de *lithine pure* qui contiennent moins de 1 pour 100 d'impuretés (formées d'oxyde de fer et de silicates).

Abstraction faite de ces traces de substances étrangères, la composition oscille entre

$$Li^2O + 1,30\,H^2O \quad \text{et} \quad Li^2O + 1,38\,H^2O,$$

soit

$$LiOH + 0,15\,H^2O \quad \text{et} \quad LiOH + 0,19\,H^2O.$$

Lorqu'on chauffe ce produit progressivement dans un courant d'hydrogène sec, il ne cède de l'eau ni à 140° ni un peu au-dessus. Vers $+445^\circ$ il fond en perdant des traces d'eau; le poids devient absolument constant à cette température, et la composition est très exactement

$$Li^2O + 1,25\,H^2O \quad \text{ou} \quad LiOH + 0,125\,H^2O.$$

J'ai pu maintenir cette substance jusqu'à 480°, pendant plusieurs heures, dans le courant d'hydrogène, sans constater de perte de poids. Il s'agit certainement d'un composé défini.

Après refroidissement, on trouve dans la nacelle de platine (qui n'est nullement attaquée) une matière translucide, blanche, nacrée, craquelée, dont la surface et la cassure sont cristallines. C'est un hydrate condensé, dont la formule doit être au moins quadruplée, et écrite

$$4\,Li^2O + 5\,H^2O.$$

Sa chaleur de dissolution (pour $Li^2 = 4^l$ et à $+15^\circ$) est de $+8^{Cal},182$. Si l'on élève davantage et progressivement la température, toujours dans le courant d'hydrogène pur et sec, on constate, vers 540° seulement, que des traces d'eau s'éliminent; à 570° la perte est très brusque et, si l'on arrête l'expérience lorsque les gouttelettes d'eau cessent de se condenser, on obtient une masse blanche, opaque, non cristalline, ressemblant à de l'émail blanc, d'un aspect très différent de celui du composé précédent; sa composition est $Li^2O + 0,75\,H^2O$.

C'est un autre hydrate condensé, moins hydraté que le précédent et ayant vraisemblablement conservé le même degré de polymérisation :

$$4Li^2O + 3H^2O.$$

Sa chaleur de dissociation (pour $Li^2 = 4^l$ et à $+15^o$) est de $+16^{Cal},026$. Dans ces expériences on n'observe jamais aucun arrêt indiquant la formation d'un composé intermédiaire

$$4Li^2O + 4H^2O$$

qui aurait la même composition centésimale que la lithine LiOH.

Enfin, si l'on maintient pendant très longtemps la température de 570°, il y a encore élimination d'eau, mais elle est extrêmement lente. Il faut plusieurs journées pour arriver à une composition telle que $Li^2O + 0,62\,H^2O$, puis $Li^2O + 0,59\,H^2O$, et il ne semble pas qu'il y ait de nouvel arrêt.

Je n'ai pas cherché à obtenir, à cette température, la déshydratation complète, ce qui eût demandé plusieurs semaines.

On y arrive en 8 ou 10 heures en chauffant à 660° et en 2 heures à 780°. J'ai indiqué déjà que le produit obtenu est l'oxyde anhydre Li^2O, ou plutôt nLi^2O.

III. *Discussion.* — Des nombres donnés plus haut pour les chaleurs de dissolution de ces deux hydrates condensés, on peut déduire

$$4Li^2O, 3H^2O + 2H^2O \text{ liq.} = 4Li^2O, 5H^2O$$
$$= 4(+16,026 - 8,182) = +4 \times 7,844 = +31^{Cal},376,$$

soit, pour H^2O gaz : $+25^{Cal},348$.

L'hydrate $Li^2O, 5H^2O$ doit donc *bouillir* à

$$\frac{25348}{30} = 845^o \text{ abs.}, \quad \text{soit} \quad +572^o \text{ C.},$$

ce qui est très exactement conforme à l'expérience, puisque c'est à $+570^o$ qu'on observe un brusque départ d'eau.

Et cette concordance vient à l'appui de l'hypothèse que j'ai faite que, dans le passage de $4Li^2O, 5H^2O$ à $4Li^2O, 3H^2O$, il n'y a pas de nouveau changement de polymérisation.

Si l'on admet qu'il en est de même dans le passage de l'hydrate $4Li^2O, 3H^2O$ à l'oxyde anhydre Li^2O, c'est-à-dire que l'oxyde anhydre est $(Li^2O)^4$, on obtient

$$4Li^2O + 3H^2O \text{ liq.} = 4Li^2O, 3H^2O = +60^{Cal},696$$

ou, à partir de H^2O gaz : $+29^{Cal},892$.

La température d'*ébullition* de l'hydrate $4Li^2O, 3H^2O$ donnant $4Li^2O$ est

$$\frac{29892}{30} = 996^\circ,4 \text{ abs.,} \qquad \text{soit} \qquad +723^\circ,4 \text{ C.}$$

ce qui s'accorde encore avec l'expérience, puisque l'oxyde anhydre s'obtient en 8 ou 10 heures à 660°, et très rapidement à 780°. Mais tout autre calcul manquerait de rigueur.

Ainsi on ne pourrait pas se proposer de chercher la quantité de chaleur dégagée en passant de $Li^2O + 1,25\,H^2O$ à $Li^2O + H^2O$ ou $Li^2O + 3H^2O$,

$$(Li^2O + H^2O) + 0,25\,H^2O \text{ liq.} = Li^2O + 1,25\,H^2O$$
$$= +8,930 - 8,182 = +0,748 \text{ pour } 0,25\,H^2O \text{ liq.,}$$

soit

$$+2^{Cal},992 \text{ pour } H^2O \text{ liq.} \qquad \text{ou} \qquad 12^{Cal},652 \text{ pour } H^2O \text{ gaz,}$$

ce qui donnerait $+149^\circ$ C. pour la température d'*ébullition* de

$$Li^2O + 1,25\,H^2O \qquad \text{ou} \qquad 4Li^2O, 5H^2O$$

fournissant la lithine normale LiOH. C'est une température beaucoup trop basse, et l'on a vu qu'en fait $Li^2O + 1,25\,H^2O$ ne fournit pas la lithine normale, mais un hydrate inférieur à $0,75\,H^2O$, et seulement à 570°.

En réalité, le résultat de ce calcul n'a pas de signification, à cause du changement de polymérisation.

De la même manière, on ne peut s'attacher à la différence

$$Li^2O + H^2O \text{ liq.} = 2\,LiOH = 31,200 - 8,930 = +22^{Cal},270,$$

car Li^2O est vraisemblablement condensée, tandis que LiOH ne l'est pas.

Il faudrait obtenir Li^2O non polymérisée, ce qui est impossible, pour pouvoir faire le calcul; ou bien alors comparer la chaleur de dissolution de $(Li^2O)^4$ avec celle d'un hydrate condensé $(LiOH)^8$ ou $4Li^2O, 4H^2O$, intermédiaire entre $4Li^2O, 5H^2O$ et $4Li^2O, 3H^2O$. Or cet hydrate condensé n'existe pas.

On peut cependant raisonner en prenant la moyenne entre les chaleurs de dissolution des deux hydrates condensés, soit

$$\frac{+16,026 + 8,182}{2} = +12^{Cal},104.$$

J'ai même pu obtenir un produit condensé ayant la même composition

que LiOH, soit en fondant ensemble, vers 450°, un mélange à molécules égales de $4Li^2O,5H^2O$ et $4Li^2O,3H^2O$, soit en maintenant pendant quelque temps, vers 550°, dans le courant d'hydrogène, le premier de ces deux hydrates. Ces produits sont des mélanges de composition

$$4Li^2O,4H^2O,$$

et j'ai précisément trouvé $+12^{Cal}$ pour leur chaleur de dissolution (rapportée à Li^2), c'est-à-dire la valeur donnée par le calcul de la moyenne [1].

On peut alors faire la différence

$$+31,200 - 12,104 = 19^{Cal},096,$$

qui indique, pour l'état polymérisé, la chaleur dégagée par la fixation de H^2O liq. sur Li^2O.

Et, en réalité, si l'on veut faire des comparaisons avec les données relatives aux autres bases Na^2O, NaOH, K^2O, KOH, SrO, $Sr(OH)^2$, qui, jusqu'à ces derniers temps, n'ont été préparées qu'à haute température, c'est plutôt ce dernier nombre qu'il faut adopter.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Itinéraires dans le Haut-Atlas marocain, par Louis Gentil, Carte dressée et dessinée avec la collaboration de Marius Chesneau, avec une *Esquisse orographique du Maroc*, par Louis Gentil. (Présenté par M. le prince Roland Bonaparte, au nom de la Société de Géographie.)

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la détente adiabatique des fluides saturés.* Note de M. E. Mathias, présentée par M. G. Lippmann.

Le problème a été traité par de nombreux physiciens, notamment MM. Duhem, Ladislas Natanson et Raveau. Au point de vue géométrique,

---

[1] C'est certainement un produit de ce genre que M. Truchot avait préparé en 1884 et qui lui avait fourni $+11^{Cal},64$ pour chaleur de dissolution.

la question est résolue par l'intersection des adiabatiques intérieures à la courbe de saturation tracée dans le plan des (p, v) et les courbes de titre constant qu'on construit aisément à partir de la même courbe. On traite ainsi qualitativement soit le cas de la vapeur saturée, soit le cas général d'un mélange de liquide et de vapeur saturée de titre x. L'inconvénient de cette méthode est que, si les courbes de titre constant peuvent être considérées comme ayant une existence expérimentale (1), il n'en est pas de même des adiabatiques, dont on ne connaît que la direction générale; le problème ne peut donc pas être traité *quantitativement* de cette façon.

Au point de vue du calcul, on considère habituellement un poids égal à 1^g d'une vapeur saturée; à la température absolue $\theta = 273 + t$, le volume est v et le titre $x = 1 - \varepsilon$, ε étant infiniment petit. En écrivant que la quantité de chaleur dQ nécessaire pour une variation de volume dv et de température $d\theta$ est nulle, on trouve que les variations adiabatiques du titre et de la température dépendent du signe de l'expression (2)

$$u' - u - \frac{L}{m'} \frac{du'}{d\theta},$$

m' étant la chaleur spécifique de la vapeur saturée à θ°, L la chaleur de vaporisation, u' et u les volumes spécifiques de la vapeur saturée et du liquide à la même température. L'inconvénient de cette manière de faire est que le signe de l'expression précédente n'est pas apparent lorsque $m' < 0$, c'est-à-dire dans le cas le plus général.

Si, au lieu de la vapeur saturée, on part du liquide, x étant infiniment petit, $\frac{d\theta}{dv}$ et $\frac{dx}{dv}$ dépendent alors de l'expression

$$u' - u - \frac{L}{m} \frac{du}{d\theta},$$

dont le signe n'est jamais apparent.

On évite ces difficultés très simplement en considérant le cas général d'un mélange de titre x et en appliquant le principe de l'équivalence à des cycles fermés triangulaires du plan des (p, v), dont les côtés sont des infiniment petits du premier ordre et la surface un infiniment petit du second ordre; l'un des côtés du triangle étant un arc d'adiabatique, il s'ensuit que la

(1) E.-H. AMAGAT, *Journ. de Phys.*, 3e série, t. I, 1892, p. 288.

(2) LIPPMANN, *Thermodynamique*, p. 174.

somme des quantités de chaleur correspondant aux deux autres côtés est du second ordre, c'est-à-dire négligeable.

Le premier de ces cycles est constitué par un élément à volume constant, un élément d'adiabatique et un élément d'isotherme rectiligne; il donne

$$c_x\,d\theta + l\,dv = 0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{d\theta}{dv} = -\frac{l}{c_x},$$

l étant la chaleur latente de dilatation à $\theta°$ et c_x la chaleur spécifique à volume constant du mélange de titre x à la même température. Mes expériences sur l'acide sulfureux ont montré que c_x est essentiellement positif; donc $\frac{d\theta}{dv}$ est toujours négatif.

Le second cycle est constitué par un élément à titre constant, un élément d'adiabatique et un élément d'isotherme rectiligne; il donne, après une courte transformation,

$$\frac{dx}{dv} = \frac{m_x}{(u' - u)c_x}.$$

m_x est la chaleur spécifique *à titre constant* du mélange de titre x à $\theta°$, qui est reliée aux chaleurs spécifiques m et m' des fluides saturés par la règle de mélange :

$$m_x = m(1 - x) + m'x = (m' - m)x + m.$$

Lorsqu'on détend adiabatiquement ($dv > 0$) un mélange de titre x, la variation dx du titre est donc du signe de m_x. Or mes expériences sur l'acide sulfureux (¹) donnent m et m' et par suite m_x; la discussion de la variation du titre peut donc se faire en toute rigueur dans tous les cas.

Construisons les courbes $m_x = f(\theta)$ pour $x = 0,1;\ 0,2;\ \ldots;\ 0,9$. Sauf pour la valeur 0,5, toutes ces courbes admettent pour asymptote la droite $\theta = \theta_c$. Seule, la courbe $m_{0,5} = f(\theta)$ rencontre la droite $\theta = \theta_c$ sous un angle fini et pour une valeur positive de l'ordonnée, car on a

$$\lim\left(\frac{m + m'}{2}\right)_c = c_c - l_c\frac{\alpha}{\Delta^2},$$

où c_c et l_c sont les valeurs limites de c_x et de l à la température critique, α le coefficient angulaire du diamètre rectiligne et Δ la densité critique.

---

[1] E. Mathias, *Sur l'étude calorimétrique complète des fluides saturés* (*Ann. de Toulouse*, 1898).

Il suit de là que, pour $x \leqq 0,5$, les courbes $m_x = f(\theta)$ coupent une fois et une seule l'axe des abscisses et n'ont qu'un point d'inversion.

Quand on détend infiniment peu et d'une manière adiabatique un mélange saturé de titre $x < 0,5$, dx est négatif ou positif selon que la température est inférieure ou supérieure au point d'inversion.

Pour $x > 0,5$, les courbes $m_x = f(\theta)$ coupent deux fois l'axe des abscisses; il y a donc deux points d'inversion comme pour la chaleur spécifique de vapeur saturée. Quand on détend infiniment peu et d'une manière adiabatique un tel mélange, dx est négatif ou positif selon que la température est extérieure ou intérieure aux points d'inversion de ce mélange.

On voit donc l'intérêt extrême de la détermination expérimentale des quantités m et m'.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un hygroscope électrique de grande sensibilité.* Note de M. **J. Pionchon**, présentée par M. J. Violle.

Dans un circuit comprenant un galvanomètre sensible à miroir et une pile ou une dynamo d'une force électromotrice d'une centaine de volts, un tube de verre, du calibre d'un tube à essais et d'une dizaine de centimètres de longueur, se trouve inséré par l'intermédiaire de couches d'argenture recouvrant sa face interne et sa face externe depuis l'extrême bord à un de ses bouts jusqu'à 1^{cm} environ de distance de l'autre bout. Tel est l'appareil auquel j'ai reconnu qu'on pouvait faire jouer le rôle d'un hygroscope d'une très grande délicatesse.

La partie sensible est la section terminale du tube à l'extrémité où les couches d'argenture ne sont séparées que par l'épaisseur du verre. Il suffit d'approcher à quelques millimètres de cette section un corps quelconque émettant des traces de vapeur d'eau pour voir le spot du galvanomètre, tout d'abord parfaitement immobile, se déplacer vivement sur la règle, annonçant ainsi que la surface de la tranche terminale du tube est devenue conductrice. Cet effet cesse d'ailleurs aussitôt qu'on éloigne le corps qui en a été la cause et le spot reprend sa position d'équilibre primitive. La rapidité avec laquelle la modification de la surface du verre se produit ou se dissipe permet de penser qu'elle est le fait de traces de vapeur tout à fait impondérables.

Il est préférable que la section terminale du tube, au lieu d'être bordée à la lampe, résulte d'une coupure aplanie ensuite et doucie par usure à sec avec de l'émeri fin. Telle est alors la sensibilité de l'appareil, qu'elle met en évidence l'infime quantité de vapeur que la simple chaleur de la main dégage d'un cornet de papier qu'on lui présente. La vapeur émanant normalement de la main à la température ambiante par le

fait des glandes sudoripares se décèle à 1^{cm} de distance par une déviation du spot dont l'amplitude est d'ailleurs très différente suivant la région de la main présentée au tube. Alors que la face dorsale donne lieu à une déviation de 3^{cm} ou 4^{cm} (la règle étant à 108^{cm} du miroir), le bout d'un doigt donne lieu à un écart qui projette le spot hors de l'échelle.

PHYSIQUE. — *Sur les changements magnétiques du spectre du fluorure de silicium observés parallèlement au champ.* Note de M. A. **Dufour**, présentée par M. J. Violle.

Un tube de Geissler, renfermant du fluorure de silicium, donne un beau spectre de bandes; quand on le place dans un champ magnétique, comme l'a fait M. Chautard (¹) avant même la découverte du phénomène de Zeeman, on voit des raies nouvelles apparaître. Ces changements, visibles avec un spectroscope quelconque, sont probablement dus à des actions chimiques. M. A. Cotton (¹), en répétant cette expérience, a observé, en effet, que les raies nouvelles persistaient après l'action du champ et que le verre du tube est attaqué en même temps que celui-ci se vide rapidement. Mais on n'a pas étudié le phénomène de Zeeman avec une grande dispersion pour le spectre primitif du fluorure. C'est cette étude que j'ai faite (²); dans les conditions où j'ai opéré (³) et en prenant la précaution de renouveler constamment le gaz contenu dans le tube, j'ai pu me mettre à l'abri du phénomène parasite indiqué plus haut et observer les changements magnétiques du spectre du fluorure de silicium, c'est-à-dire d'un corps composé, gazeux dès la température ordinaire.

Le spectre du fluorure de silicium est nettement sensible au champ magnétique; c'est un bel exemple de spectre de bandes où le changement magnétique peut servir à débrouiller la structure du spectre.

Voici, en effet, les résultats que j'ai obtenus : le spectre est formé de raies diffuses du côté rouge et accompagnées de ce côté par un fond où l'intensité varie graduellement (⁴) et qui souvent, à une certaine distance de l'arête au moins, se résout en cannelures plus ou moins espacées; l'étude, faite paral-

(¹) *Le phénomène de Zeeman*, Paris, Gauthier-Villars, 1899, p. 31.

(²) En me limitant à la région comprise entre $\lambda = 412$ et $\lambda = 458$.

(³) Les mêmes que dans le cas de l'hydrogène (*Comptes rendus*, 23 mars 1908, p. 634).

(⁴) Pour quelques raies, on voit sur les clichés une espèce de raie noire qui coupe ce fond et qui ressemblerait à une raie renversée.

lèlement au champ, des changements magnétiques des arêtes et les mesures effectuées sur les clichés m'ont permis de grouper d'une manière satisfaisante les arêtes en trois groupes principaux dont les fréquences ([1]), dans chaque groupe, obéissent à la formule simple de M. Deslandres,

$$N = A - (Bm + C)^2,$$

les intensités allant en décroissant quand m augmente.

1^er^ groupe... $N = 24177,1 - (1,953\,m + 38,12)^2$ $(m = 0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5)$.

Le phénomène de Zeeman longitudinal est ici anormal (sens d'accord avec l'hypothèse d'électrons positifs), l'écart des doublets est d'environ 0,15 U. A. pour un champ de 10000 gauss.

2^e^ groupe... $N = 25481,7 - (1,576\,m + 51,92)^2$ $(m = 0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5)$.

Ici encore le phénomène de Zeeman est anormal, les doublets n'ont plus qu'environ 0,10 U. A. pour 10000 gauss.

3^e^ groupe.. $N = 24577,7 - (1,848\,m + 41,072)^2$ $(m = 0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 6)$.

Pour ce groupe, chaque arête présente, au contraire, le phénomène de Zeeman normal, les doublets sont d'environ 0,20 U. A. pour un champ de 10000 unités.

Cette classification, d'ailleurs incomplète, car quelques raies n'ont pas été sériées, a été rendue très commode par la considération du phénomène de Zeeman. Les changements magnétiques des bandes permettent donc, quand on les constate, de rendre plus facile l'étude de ces spectres. Il serait intéressant d'étudier de la même manière les spectres des autres composés haloïdes du silicium.

PHYSIQUE. — *Sur l'évaporation de l'eau et des solutions sulfuriques.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

Pour que l'évaporation puisse être considérée comme se faisant en atmosphère illimitée, il est nécessaire que le liquide affleure les bords du vase à évaporation, sinon l'atmosphère est limitée par les parois dans le sens

[1] Les longueurs d'onde de ce spectre ont été obtenues par comparaison avec celles de l'arc au fer de Fabry et Buisson, dans l'air à la pression ordinaire.

horizontal et la vitesse d'évaporation diminuée; rien ne prouve d'ailleurs que le poids évaporé p reste proportionnel à la chute de tension $F - f$.

J'ai montré dans une Note antérieure (¹) que, si le rapport $\frac{p}{F-f}$ est constant, il suffit, pour avoir sa valeur dans les conditions de l'expérience, d'évaluer les poids p et p' évaporés dans le même temps par de l'eau pure de tension F et une solution sulfurique de tension connue F', et de former le quotient

$$B = \frac{p - p'}{F - F'};$$

ce quotient est indépendant de la concentration de la solution.

Dans mes premières déterminations, la valeur moyenne de B rapportée à l'heure et au centimètre carré était $0^{mg},610$, les conditions de température et de pression étant voisines de 16° et de 745^{mm}. La surface libre du liquide (21^{cm^2}) était à $5^{mm},5$ environ des bords du vase.

En répétant les mêmes déterminations sur une quantité plus grande de liquide, telle que la distance aux bords soit seulement de 3^{mm}, on trouve pour B des valeurs qui sont encore sensiblement égales entre elles, mais dont la moyenne $0^{mg},745$ est notablement plus grande que la précédente. Malgré la différence des températures (21° au lieu de 16°), l'écart est en grande partie attribuable aux différences de niveau du liquide. C'est ce que prouve d'ailleurs la série de nombres suivants, obtenus uniquement avec l'acide pur :

Distance aux bords en millimètres..	4,8	3,9	3,0	2,1	1,2
B en milligrammes...............	0,652	0,690	0,751	0,814	0,891
Température....................	16°,2	16°,2	16°,4	16°,9	17°,4

Les nombres qui précèdent se rapportent tous aux premiers instants de l'évaporation, dont la vitesse est mesurée sur le plateau même de la balance. A cette période initiale la couche de diffusion a évidemment une faible épaisseur et l'influence de la distance aux bords du vase se conçoit aisément. Il était intéressant de savoir si cette influence se conserve aussi grande à l'état de régime permanent. Dans ce but, au milieu d'une salle de température sensiblement uniforme et constante, j'abandonnai simultanément à l'évaporation pendant 2 heures des volumes égaux d'eau pure et d'une solution sulfurique, dans les deux vases identiques qui m'avaient servi aux déterminations précédentes. Je prenais pour tensions F et F' celles qui correspondaient à la moyenne des températures de l'air de la salle, au début et à la fin de l'expérience (l'écart ne dépassait pas quelques dixièmes de degré). Les valeurs trouvées pour B sont les suivantes : elles sont rapportées à l'heure et au centimètre carré et à une

(¹) *Comptes rendus* du 16 mars 1908.

même pression 745^{mm}; le niveau du liquide était à $3^{mm},9$ du bord environ :

SO^4H^2 pour 100..	100	73,13	64,47	57,65	52,13	43,75	37,69	33,10	24,25
B en millig.....	0,827	0,710	0,696	0,704	0,718	0,707	0,708	0,693	0,672
Temp. moyenne.	14°,0	15°,4	15°,7	15°,2	14°,9	15°,0	15°,3	15°,8	15°,9

La concordance est un peu moins bonne que sur la balance, mais on peut vraisemblablement attribuer les écarts aux mouvements de l'air pendant la durée de l'expérience. Il faut cependant faire exception pour l'acide sulfurique pur dont la vitesse d'absorption apparaît notablement trop grande, ce qu'on peut d'ailleurs expliquer par un échauffement de la couche superficielle du fait de l'absorption et l'augmentation de vitesse de diffusion qui en résulte.

La valeur moyenne de B (abstraction faite de SO^4H^2 pur) est 0,701; elle est un peu plus forte que celle 0,690 obtenue sur la balance pour la même quantité de liquide, mais la différence est de l'ordre des erreurs d'expérience. D'ailleurs, en répétant les mesures précédentes dans des vases de même section, mais moins hauts, de façon qu'avec 10^{cm^3} de liquide on soit à $0^{mm},5$ des bords, on trouve :

SO^4H^2 pour 100....	100	64,47	57,65	52,13	43,75	37,69	33,10
B en milligrammes..	1,014	0,957	0,934	0,947	0,928	0,909	0,909
Temp. moyenne.....	15°,9	15°,4	15°,4	15°,8	15°,9	15°,9	15°,7

avec une valeur moyenne de B, 0,931, qui concorde avec la série de mesures à hauteur variable faites sur la balance.

Dans toutes les déterminations qui précèdent, la distance aux bords n'excède pas quelques millimètres. Pour se rendre compte de la loi du phénomène lorsque cette distance devient considérable, on a répété les expériences à l'air libre, mais en recouvrant les vases à évaporation de cheminées en zinc de 25^{cm} de hauteur et de section à peine supérieure à celle des vases eux-mêmes. Dans ces conditions, B varie considérablement avec la contenance en SO^4H^2 et, même pour une solution donnée, avec les conditions hygrométriques :

SO^4H^2 pour 100..........	73,13	64,47	57,65	52,13	43,75	43,75	37,69	33,10	24,25
B en milligrammes.......	0,396	0,406	0,449	0,513	0,551	0,582	0,628	0,639	0,733

On en conclut que l'évaporation n'est plus proportionnelle à la chute de tension $F - f$. J'ai alors essayé une formule à deux termes :

$$p = B_1(F - f) + B_2(F - f)^2,$$

dans laquelle B_1 et B_2 seraient deux coefficients dont la valeur est supposée rester la même lorsqu'on additionne l'eau d'acide sulfurique en proportion quelconque.

Chaque expérience ne donnant que deux équations, il devenait nécessaire pour calculer B_1 et B_2 de déterminer directement f, tension de vapeur dans l'atmosphère. La mesure se faisait sur un psychromètre suspendu au lieu d'expérience et dont on avait déterminé sur place la constante par comparaison avec un hygromètre Alluard.

Le Tableau suivant donne les résultats obtenus :

SO^4H^2 pour 100....	73,13	64,47	57,65	52,13	43,75	43,75	37,69	33,10	24,25
f en millimètres...	6,27	6,36	6,46	6,42	6,27	6,36	6,46	6,36	6,36
B_1 en millig.......	0,345	0,362	0,321	0,345	0,348	0,324	0,336	0,338	0,324
B_2 en millig.......	0,0300	0,0290	0,0317	0,0295	0,0302	0,0307	0,0298	0,0288	0,0310
Temp. moyenne....	15°,9	14°,9	16°,5	16°,35	15°,9	16°,3	16°,5	16°,3	14°,9
Pression moyenne..	741	731	737	739	741	736	737	736	731

Étant donnée la difficulté de la mesure de f, les écarts peuvent être mis sur le compte des erreurs, et l'on peut considérer B_1 et B_2 comme constants et indépendants de la contenance en SO^4H^2, à pression et température données.

La présence d'un terme en $(F - f)^2$ se justifie, dans le cas actuel, par l'existence d'un courant de convection dû à la surpression que produit l'évaporation au voisinage du liquide, courant dont l'intensité est proportionnelle à la différence de densité des couches extrêmes et à la quantité de vapeur contenue dans chaque couche, c'est-à-dire, ces deux grandeurs étant séparément proportionnelles à $F - f$, proportionnelle à $(F - f)^2$.

Ce courant de convection se manifeste dès que la surface libre est au-dessous de l'orifice du vase à évaporation, mais il ne prend une importance sensible que lorsque la tension f' au niveau de l'orifice est suffisamment voisine de f, c'est-à-dire lorsque le niveau du liquide est assez éloigné.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de dosage du phosphore dans les matières organiques.* Note de M. **Isidore Bay**.

Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un procédé de dosage du phosphore dans les matières organiques, analogue à celui que nous avons employé pour le dosage du soufre [1].

La matière organique est brûlée en tube baïonnette avec du carbonate de soude et de la magnésie. Le contenu du tube est dissous ensuite dans l'acide acétique étendu,

(1) *Comptes rendus*, 17 février 1908.

et le phosphore est dosé dans cette solution au moyen d'une liqueur titrée d'azotate d'urane contenant 40g de ce sel par litre, en se servant, comme indicateur, du ferrocyanure de potassium.

Nous avons dosé le phosphore comparativement par le procédé Carius et par notre procédé dans la triméthylphosphine et dans la triéthylphosphine, et nous avons obtenu les résultats consignés dans le Tableau suivant :

Substances.	Formules.	Phosphore pour 100 par le procédé Carius.	Phosphore pour 100 par notre procédé.
Triméthylphosphine...	$(CH^3)^3 \equiv P$	40,78	40,67
Triéthylphosphine....	$(C^2H^5)^3 \equiv P$	26,27	26,12

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons sulfurées du thorium.* Note de M. A. **Duboin**, présentée par M. L. Troost.

Berzélius, en faisant brûler du thorium impur dans la vapeur de soufre, avait obtenu un produit jaune qu'il pensait être le sulfure de thorium.

Kruss et Volek, en 1893, en chauffant de la thorine dans un courant d'hydrogène saturé de sulfure de carbone, obtinrent un produit brun qu'ils pensèrent être un oxysulfure Th OS.

Enfin, en 1896, Moissan et Étard ont montré que le carbure de thorium brûle avec éclat dans la vapeur de soufre et donne un corps noir.

J'ai cherché à préparer le sulfure de thorium par réaction de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure de thorium anhydre.

J'ai préparé le chlorure de thorium en faisant passer, sur de la thorine chauffée dans un tube de verre, un courant de chlore entraînant des vapeurs de chlorure de carbone. On obtient ainsi un chlorure contenant toujours un peu d'oxychlorure.

L'hydrogène sulfuré commence à réagir sur ce chlorure au rouge sombre et donne un produit brun foncé, mais amorphe.

J'ai alors opéré dans un tube en porcelaine, à la température du rouge, où le chlorure de thorium se réduit complètement en vapeur; on n'obtient que très peu de cristaux avec un produit brun et un produit jaune, tous deux amorphes.

Il n'en est plus de même quand on opère en présence d'un fondant tel que le chlorure de potassium et surtout le chlorure de sodium.

Le chlorure de thorium, additionné d'un excès de chlorure de sodium, est placé dans une grande nacelle de porcelaine, au milieu d'un tube de porcelaine, chauffé dans un fourneau à réverbère à tube, alimenté par du charbon de bois. Les bouchons de liège

sont préservés du rayonnement de la masse centrale par de la laine de verre, et l'on dirige dans le tube un courant d'hydrogène sulfuré bien desséché.

Après refroidissement, on reprend le contenu du tube par de l'eau; la majeure partie du produit est constituée par des lamelles brunes, micacées, douées d'un vif éclat; un premier tamisage enlève un peu de produits amorphes et les cristaux les plus fins.

En examinant au microscope le produit restant, on observe en même temps que le produit brun une petite quantité de très beaux cristaux jaunes.

Triage des produits. — Par des tamisages successifs, on finit par isoler le produit brun, dont les lamelles assez grandes sont dans un état de pureté satisfaisant.

Pour isoler les cristaux jaunes, on traite les parties tamisées par l'acide azotique à 40°; le produit brun est attaqué avec une grande violence, le produit jaune n'est attaqué que beaucoup plus lentement.

On purifie ce dernier en l'attaquant de nouveau par le même acide à 40°, légèrement chauffé; les plus petits cristaux et les impuretés se dissolvent, et l'on obtient finalement un produit jaune, verdâtre quand l'attaque a été peu prolongée, tirant davantage sur l'orangé quand l'attaque a été plus longue.

Les nacelles ayant été ainsi traitées restent imprégnées d'une couche cristallisée, d'une belle couleur jaune orange encore plus claire, et dont j'ai pu détacher une quantité suffisante pour en faire l'analyse.

Sulfure de thorium. — L'analyse montre que le produit brun est le sulfure de thorium. Il se présente sous forme de lamelles micacées, d'une couleur brun foncé. Mais les cristaux à contours nets sont extrêmement rares; il agit très faiblement sur la lumière polarisée, mais comme il n'a pas de contour on ne peut rapporter à rien les phénomènes d'extinction. En lumière convergente les images sont extrêmement vagues, et il est possible qu'elles correspondent à celles d'un corps vu parallèlement au plan des axes ou à l'axe optique unique s'il est uniaxe.

Densité à 0° .... 6,7 environ

L'analyse conduit à la formule ThS^2 :

	Trouvé.			Calculé.
Thorium	78,57	78,68	78,45	78,414
Soufre	»	20,88	21,48	21,585

Oxysulfure de thorium. — Les cristaux jaunes sont constitués par un oxysulfure de thorium. Cet oxysulfure a l'aspect de la pyrite, pour le produit

tirant sur le vert, ou d'un dépôt d'un beau jaune orange cristallin et éclatant qui tapisse les nacelles ayant servi à la préparation du sulfure. Il est bien cristallisé : il est quadratique, constitué par les faces p (la base) et un octaèdre $b^{\frac{1}{2}}$; les cristaux qui ne présentent pas d'autres modifications sont aplatis suivant la base et rappellent certains des cristaux d'anatase ou de wulfénite. Ils sont uniaxes et optiquement négatifs.

Densité à 0° 8,42

Analyse. — Les cristaux jaunes, et surtout l'enduit, sont très purs; le produit verdâtre le serait un peu moins :

	Trouvé.			
	Produit verdâtre.	Produit plus jaune.	Enduit.	Calculé.
Thorium.......	83,42	82,93	82,87	82,887
Soufre.........	»	11,30	11,37	11,408
Oxygène.......	»	»	»	5,704

Je suis heureux de remercier M. A. Lacroix, qui veut toujours bien examiner mes produits.

CHIMIE. — *Sur la semicatalyse : oxydation d'hydrocarbures à l'air en présence du phosphore.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

Dans l'action du phosphore sur les solvants organiques, j'ai observé deux ordres de phénomènes, en dehors de la formation du phosphore rouge : d'abord une oxydation simultanée des corps en présence, puis dans certains cas un dédoublement du solvant. Voyons la première action.

Pour dissoudre le phosphore blanc dans l'essence de térébenthine, il faut opérer à l'abri de l'air. Par refroidissement des solutions on obtient les cristaux blanc de neige dont j'ai signalé l'existence (*Comptes rendus*, 1er semestre 1908, p. 73).

Toute autre est l'allure de la dissolution du phosphore dans le térébenthène dès que l'air intervient. Alors le liquide se trouble, forme un dépôt blanc tantôt caillebotté, tantôt colloïdal, odorant, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'éther et surtout dans l'acide acétique.

Ce dépôt, ayant été isolé par essorage, puis lavé rapidement à l'éther sec, renferme du phosphore, du térébenthène et un grand excès d'oxygène, en combinaison ternaire. En effet, au contact de l'eau, le produit ne se décompose pas et ne rougit pas le tournesol; il ne renferme donc pas d'acide phosphorique libre. Il est soluble dans l'eau ammoniacale, il ne contient donc pas d'essence de térébenthine libre. Une résine d'odeur camphrée, fusible à 77°-78°, et provenant de la dessiccation dans l'air sec d'un dépôt issu d'une solution éthérée, répondait à la composition $PO^4H^3(C^{10}H^{16}O^3)^2$:

	Trouvé.	Théorie.
Phosphore pour 100	6,36	6,60
Carbone pour 100	51,54	51,52
Hydrogène pour 100	7,58	7,50

La formule $PO^4H^3(C^{10}H^{16}O^3)^2$ est donnée sous cette forme un peu par raison de symétrie, surtout pour mettre en évidence l'oxydation du térébenthène $C^{10}H^{16}$. Celle-ci est d'ailleurs variable avec les conditions expérimentales, mais il semble que toujours l'oxydation porte sur 2^{mol} de ce carbure pour 1^{at} de phosphore.

De plus, le produit paraît être instable en solution acétique, attendu que le point de fusion de cette solution s'élève quand elle vieillit. Quelle que soit la constitution de ces composés, l'oxydation du térébenthène est manifeste. Comme elle se produit immédiatement et dans un large intervalle de température, elle ne se rattache pas aux oxydations lentes. Un certain caractère de proportionnalité l'éloigne des phénomènes d'entraînement signalés par Houzeau.

C'est une sorte de catalyse, puisque, sans le phosphore, le térébenthène ne s'oxyderait pas; mais, à l'encontre des phénomènes catalytiques, le phosphore s'altère. De là le nom de *semicatalyse* que je donne à ces phénomènes d'entraînement dans lesquels l'oxygène est fixé en quantités variables, quoique la proportion de térébenthène altéré ne soit pas quelconque.

Ce nom se justifie d'autant mieux que la semicatalyse ne se limite pas aux dissolutions térébenthiniques.

Les dissolutions de phosphore dans la benzine se troublent en effet au contact de l'air, comme je l'ai constaté, mais l'altération est moins rapide que dans le cas des solutions térébenthiniques.

Avant de faire l'étude détaillée des composés d'oxydation ainsi formés, il m'a semblé naturel de signaler d'abord l'existence du phénomène singulier qui donne naissance à ces produits.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur une réaction simple productrice de gaz désinfectant.* Note de M. G. CARTERET, présentée par M. Ditte.

Plusieurs chimistes ont indiqué des réactions que donne l'action des peroxydes et des sels de peracides métalliques sur l'aldéhyde formique en solution ou à l'état polymérisé (trioxyméthylène ou paraformaldéhyde). Ces actions sont ou très vives, quelques-unes même explosives, comme celle du peroxyde de sodium, ou trop lentes comme celle du bioxyde de baryum.

J'ai obtenu une réaction d'une pratique facile en employant le chlorure de chaux.

A sec le mélange de ce chlorure et d'aldéhyde formique polymérisée ne donne rien. Mais si à un mélange constitué, par exemple, par une partie en poids de paraformaldéhyde, avec deux parties en poids de chlorure de chaux, on ajoute trois parties d'eau, une légère agitation pour assurer le mélange provoque après quelques minutes une ébullition très vive se propageant dans la masse et donnant lieu à un abondant dégagement de vapeurs blanches de formaldéhyde. La température de la masse s'élève en général à 108°.

Le gaz produit n'a encore été étudié que sommairement, mais dès à présent j'ai pu m'assurer que, ne renfermant que des traces de chlore, il n'altère aucun objet soumis à son contact, sauf certaines couleurs d'aniline altérées par l'aldéhyde formique.

Son pouvoir bactéricide est très énergique; en effet, dans une pièce d'une capacité de 20^{m^3} j'ai fait la réaction avec 125^g de paraformaldéhyde, 250^g de chlorure de chaux et 400^g d'eau.

La température de cette pièce étant restée voisine de 10°, l'état hygrométrique enregistré s'est élevé à 80°, c'est-à-dire supérieur de 8° à l'état hygrométrique de l'air extérieur le jour de l'opération.

Des tests ensemencés de charbon sporulé ont été stérilisés en 7 heures sous deux épaisseurs de drap. Le *Bacillus subtilis* dans les mêmes conditions n'est cultivé qu'au bout de 10 jours.

Pour obtenir un résultat semblable dans les mêmes conditions de température et de durée il faut dépolymériser par la chaleur 90^g de trioxyméthylène, ce qui indiquerait pour notre réaction un rendement approximatif de 70 pour 100 de l'aldéhyde engagée.

En résumé, la production de l'aldéhyde gazeuse par toutes ces réactions chimiques ne nous semble due qu'à l'élévation de température avec formation

de vapeur d'eau, élévation amenée par la chaleur d'hydratation des corps oxydants et par la destruction d'une partie de la matière organique par l'oxygène ou par le chlore.

Dans l'emploi des peroxydes alcalino-terreux, la formation subséquente des oxydes et la température de réaction entraînent une perte d'aldéhyde par formation de formose et de méthylénitane.

Par la méthode au chlorure de chaux, le produit de la réaction restant ne peut être que du chlorure de calcium, qui, permettant une élévation notable de la température, explique le rendement important en gaz désinfectant.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'alliage platine-thallium.* Note de M. **L. Hackspill**, présentée par M. H. Le Chatelier.

De la mousse de platine projetée à la surface de thallium en fusion s'y dissout avec la même facilité que dans le plomb.

Le point de fusion de l'alliage ainsi préparé, d'abord légèrement inférieur à celui du thallium pur, lorsque la teneur en platine ne dépasse pas 10 pour 100, devient bientôt supérieur et atteint 685° pour 48,8 pour 100, ce qui correspond à la composition PtTl. Si l'on continue à ajouter du platine, le point de fusion est d'abord légèrement abaissé, puis il s'élève rapidement, atteint 855° pour 65 pour 100 de platine et dépasse bientôt 1000°, température que je n'ai pas dépassée dans mes expériences.

Tous ces alliages plus durs que les métaux constituants sont très cassants, et le maximum de fragilité est obtenu pour PtTl, qui se pulvérise aisément dans un mortier de porcelaine.

L'examen micrographique des alliages riches en thallium montre l'existence de cristaux se polissant assez facilement et paraissant blancs, très brillants, sur un fond constitué par un eutectique plus sombre, fort mou et difficile à polir. Lorsqu'on se rapproche de la composition PtTl, le nombre et la dimension des cristaux vont en augmentant et ils finissent par occuper toute la surface polie. La masse entière est alors constituée par des cristaux enchevêtrés laissant entre eux des vides assez nombreux.

Les alliages plus riches en platine que PtTl sont susceptibles d'un plus beau poli que les précédents; leur surface paraît homogène au microscope, même avec un grossissement de 100 diamètres, mais une légère oxydation dans la flamme d'un bec Bunsen suffit pour faire apparaître deux milieux, le platine restant inaltéré.

Préparation et propriétés de l'alliage PtTl. — Les alliages de thallium et de platine ne renfermant pas plus de 10 pour 100 de ce dernier métal sont lentement attaqués par l'acide azotique au $\frac{1}{10}$ et l'on voit apparaître peu à peu des aiguilles prismatiques gris d'acier qui finissent par se séparer complètement de la masse principale en gardant leur éclat et leur forme cristalline.

Il va sans dire que, plus le refroidissement est lent, plus les cristaux obtenus sont volumineux, mais leur forme n'est pas altérée même par un refroidissement brusque (par coulée dans une lingotière, par exemple) et, dans tous les cas, leur teneur en platine est de 48,8 pour 100, ce qui correspond à la formule PtTl que l'étude micrographique nous avait déjà indiquée.

La densité prise à 14° par la méthode du flacon est de 15,65; elle n'est que de 15,3 lorsqu'on opère sur un petit lingot, ce qui s'explique par la présence de cavités que j'ai signalées plus haut. La dureté est de trois (échelle de Mohs). Il fond à 685°. Sa chaleur spécifique prise dans un calorimètre de Bunsen est de 0,0450. Maintenu quelque temps au-dessus de son point de fusion, il peut perdre un peu de thallium mais, même après une fusion prolongée au chalumeau oxhydrique, on ne peut obtenir le platine pur. Il est attaqué par les halogènes; l'eau régale le dissout facilement en donnant un liquide limpide si l'on opère à température peu élevée, mais à l'ébullition il se forme du chloroplatinate de thallium insoluble. L'acide chlorhydrique est sans action même à chaud, les acides sulfurique et azotique l'attaquent superficiellement, de même que le bisulfate de potasse, mais le platine mis en liberté arrête bientôt leur action. Il est absolument sans action sur le mélange des carbonates et le bioxyde de sodium lui-même ne l'attaque qu'avec une extrême lenteur.

Il se dissout facilement dans les métaux en fusion (zinc, plomb, argent), avec le mercure il fournit un amalgame avant l'ébullition de ce métal. Des propriétés que je viens d'énumérer on peut conclure que l'analyse quantitative de cet alliage n'est pas très aisée. Parmi les différents procédés que j'ai essayés, celui qui m'a donné les meilleurs résultats est la coupellation de l'alliage avec quatre fois son poids d'argent pur, et environ trente fois son poids de plomb. Le bouton d'argent renfermant tout le platine et un peu de thallium est laminé et traité par l'acide sulfurique concentré et bouillant. Lorsqu'il ne reste plus, au fond du matras où l'on a fait l'attaque, que du platine pulvérulent, il est nécessaire de renouveler quatre ou cinq fois l'acide par décantation car, si l'on reprenait immédiatement par l'eau, il se produirait un précipité de sulfate basique de thallium dont on ne pourrait plus se débarrasser par des lavages.

Ce composé PtTl que je viens de décrire présente de grandes analogies, surtout par ses propriétés physiques, avec PtPb isolé par Bauer [1] et dont l'existence vient d'être confirmée dernièrement au laboratoire de M. Tammann par M. Dœrinckel [2].

Spring a démontré que le sodium s'unit au platine pour donner PtNa; il

---

(1) Bauer, *Ber. chem. Gesell.*, t. III, 1870, p. 836; t. IV, 1871, p. 449.

(2) Dœrinckel, *Zeit. anorg. Chem.*, t. LIV, 1907, p. 333; t. XXXI, 7.

m'a paru intéressant de voir comment les métaux alcalino-terreux se comportent vis-à-vis du métal précieux; je poursuis cette étude en ce moment en utilisant le calcium de Bitterfeld qui m'a déjà servi dans des recherches antérieures sur des sujets analogues.

CHIMIE MINÉRALE. — *L'austénite.* Note de M. **Ed. Maurer**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans ses recherches sur les constituants des aciers, M. Osmond a signalé l'existence d'une solution solide de carbone dans le fer γ, qu'il a appelé *austénite*, du nom du savant directeur de la Monnaie royale de Londres, sir Roberts Austen. Ce constituant est caractérisé par l'absence de propriétés magnétiques et une limite élastique très basse, comparable à celle du fer recuit. Il est normalement stable aux températures élevées, mais on peut, dans certaines conditions, le conserver jusqu'à la température ordinaire, par une trempe suffisamment énergique. Les échantillons les plus nets, préparés par M. Osmond, avaient été obtenus en partant d'un acier de cémentation à 1,6 pour 100 de carbone, trempé à la sortie du four. Ce métal renfermait au plus deux tiers d'austénite, le reste étant formé de martensite, c'est-à-dire du constituant normal des aciers trempés.

De nombreuses tentatives, faites depuis pour obtenir de l'austénite pure en partant d'alliages de fer et de carbone, sans intervention de quantités notables de métaux étrangers, avaient toutes échoué. On ne connaissait que deux alliages franchement austénitiques, l'acier-manganèse à 13 pour 100 de Mn de M. Hadfield, et le ferro-nickel à 25 pour 100 de Ni.

Sur le conseil de M. Osmond, j'ai repris l'étude de cette question, en partant de métaux à faible teneur en nickel ou en manganèse et à teneur élevée en carbone. Les expériences ont porté sur trois aciers, qui avaient déjà servi antérieurement aux études de Mme Curie sur les aciers à aimant. Le Tableau suivant donne leur composition :

	I.	II.	III.
Nickel	3,73	»	»
Manganèse	»	1,83	2,20
Carbone	1,21	1,18	1,94
Silicium	0,28	0,88	0,94

Les échantillons furent chauffés 15 minutes à 1050° et trempés dans l'eau glacée. Les deux premiers échantillons donnèrent surtout de la martensite; le troisième, au contraire, de l'austénite pure.

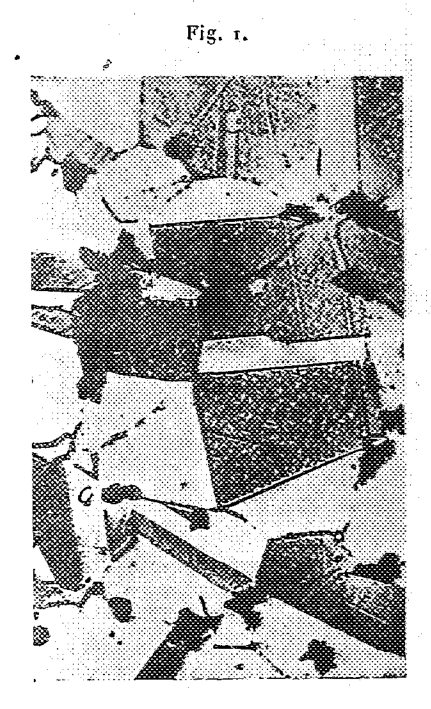
Cette austénite, examinée par les méthodes de la métallographie, était

constituée par des cellules présentant des mâcles très nettes, analogues à celles qu'on observe dans les laitons recuits, et à celles que M. Osmond avait obtenues en attaquant légèrement le fer à une température supérieure à 900°. Cet acier n'est pour ainsi dire pas magnétique; sa dureté est relativement faible; il peut être transformé en martensite et, par suite, considérablement durci par déformations mécaniques à la température ordinaire, par recuit aux environs de 400°, ou par immersion dans l'air liquide.

Je dois à l'obligeance de MM. Miller et Voorhees les reproductions microphotographiques de quelques-uns de ces échantillons.

La figure 1 montre l'austénite pure; la figure 2, l'austénite transformée

Fig. 1.



Austénite homogène.

Fig. 2.

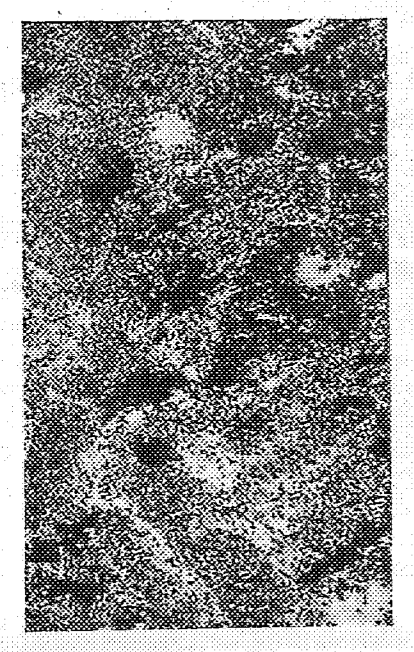
Austénite après déformation.

par une déformation mécanique, présentant des *slipbands* très accentuées, dues, comme l'a signalé M. Osmond, à la transformation partielle de l'austénite; et enfin la figure 3, l'échantillon recuit à 400°.

En répétant ces expériences sur un acier à moins forte teneur en manganèse, trempé à partir de 1200°, j'ai toujours obtenu, à côté de l'austénite, de la martensite, comme dans les anciennes expériences de M. Osmond.

Celle-ci se présente, après attaque, en longues aiguilles blanches, traversées,

Fig. 3.



Austénite recuite à 400°.

Fig. 4.

Martensite sur fond d'austénite.

suivant le sens longitudinal, par une fine nervure axiale (*fig.* 4) et se détachant en clair sur le fond plus coloré d'austénite.

Remarques sur la Communication de M. Maurer *relative à l'austénite.* Note de M. H. Le Chatelier.

La découverte de M. Maurer, d'un mode d'obtention d'austénite homogène, est un fait d'une réelle importance scientifique, comportant, peut-être également, quelques applications pratiques intéressantes. Tout le traitement thermique des aciers, base essentielle de la fabrication des matériaux de choix employés pour les canons, les blindages, les automobiles, met en œuvre certaines transformations de l'austénite. Jusqu'ici, la difficulté de conserver à froid cette variété particulière d'acier, qui normalement n'est stable qu'aux températures supérieures à 800°, a été un obstacle sérieux à l'étude scientifique de ses propriétés.

M. Osmond, l'auteur de la découverte de ce constituant des aciers, l'avait obtenu par la trempe énergique de certains aciers au sortir des caisses de cémentation. Mais les deux tiers au plus du métal étaient austénitiques, le reste étant constitué par de la martensite, c'est-à-dire par le constituant normal des aciers trempés ordinaires, qui résulte de la transformation au refroidissement de l'austénite. Un grand nombre d'expérimentateurs avaient cherché depuis, sans succès, à reproduire l'expérience de M. Osmond, et l'on aurait certainement été tenté d'en révoquer en doute l'exactitude, si le ferro-nickel à 25 pour 100 de nickel, l'acier manganèse de Hadfield à 13 pour 100 de manganèse n'avaient pas présenté toutes les propriétés attribuées par M. Osmond au constituant austénitique des aciers.

A bien des reprises, j'ai tenté d'obtenir l'austénite homogène; j'y suis parvenu une fois, mais sans réussir à déterminer les conditions essentielles de l'expérience, et je n'ai pu la reproduire une seconde fois. J'avais trempé un acier à 1,5 pour 100 de carbone et environ 1 pour 100 de manganèse, après chauffage pendant 2 heures à une température de 1200°, en milieu réducteur. Le métal trempé était homogène, possédait une dureté faible; l'échantillon, parfaitement sain, ne présentait aucune tapure, mais, par recuit entre 150° et 200°, il se transformait en se fissurant dans tous les sens, comme le fait l'acier trempé trop chaud. La transformation de l'austénite en martensite est, en effet, accompagnée d'une augmentation de volume qui peut être évaluée à 1 pour 100 environ du volume total.

Plus récemment, une petite Commission internationale d'études fut constituée entre les chimistes métallurgistes les plus compétents des différents pays, en vue d'arriver à la solution de ce même problème. Cette tentative resta encore infructueuse (*Revue de Métallurgie*, t. II, 1905, p. 329).

Ces insuccès répétés font comprendre l'intérêt qui s'attache à la découverte de M. Maurer. Il est arrivé à préparer de l'austénite homogène, en partant d'un acier à 2 pour 100 de carbone et 2 pour 100 de manganèse et le trempant à une température voisine de 1100°. Ce sont là, en effet, les conditions qu'on pouvait supposer *a priori* les plus favorables au succès. Mais, bien que le sachant depuis longtemps, on n'avait pas encore abouti.

Au point de vue pratique, l'intérêt de cette découverte est le suivant : deux alliages ferreux, austénitiques, ont reçu des applications industrielles intéressantes. L'acier manganèse à 13 pour 100 de manganèse est employé dans la construction des broyeurs et, en général, des pièces demandant une grande résistance à l'usure par frottement; le ferro-nickel est employé en artillerie pour les pare-balle en raison de son absence extraordinaire de fragilité.

Mais ces deux métaux coûtent cher par suite de la proportion de métaux autres que le fer entrant dans leur composition et surtout de la difficulté de les travailler. On ne peut employer les outils de tour ordinaires; il faut se contenter du forgeage à chaud et du dégrossissage à la meule. Ces alliages présentent la même résistance à l'attaque des outils qu'aux efforts étrangers auxquels ils sont soumis dans leurs diverses applications. On ne peut pas les adoucir pour les travailler. L'acier austénitique de M. Maurer peut, au contraire, se transformer par des traitements thermiques appropriés. Par recuit au-dessous de 500°, on peut progressivement augmenter sa dureté; par recuit au-dessous de 700°, on peut l'adoucir dans une certaine mesure et le rendre plus facile à travailler.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le transport électrique des colloïdes inorganiques*. Note de MM. **André Mayer** et **Édouard Salles**, présentée par M. Dastre.

On considère communément le transport électrique des colloïdes inorganiques comme très analogue à la cataphorèse. D'après cette vue, les granules colloïdaux, immuables, seraient transportés d'un pôle à l'autre à la manière des poudres dans le phénomène de Porret. De plus, on admet implicitement que la charge du granule est invariable. Dès lors, la vitesse du transport des colloïdes devrait être proportionnelle à la différence de potentiel entre les électrodes, et non à l'intensité du courant; cette vitesse devrait être uniforme, et une colonne de colloïde, placée dans un tube entre deux électrodes, devrait se déplacer en bloc d'un pôle à l'autre.

Au cours d'expériences sur le transport électrique des colloïdes, nous avons été amenés à vérifier ces différents points. Nous ne parlerons, dans cette Note, que des expériences que nous avons faites en employant comme colloïde le trisulfure d'arsenic.

I. *Transport du colloïde pur*. — Si l'on place dans un tube en U (¹) une colonne de colloïde longuement dialysé (nous avons employé du trisulfure dialysé pendant des semaines et de conductivité voisine de celle de l'eau

(¹) Nous nous sommes surtout servis de tubes du modèle indiqué par Burton (*Phil. Mag.*, avril 1906). Nous avons aussi employé les tubes du modèle de MM. Perrin et V. Henri.

distillée), séparée des électrodes par une couche d'eau distillée, on constate, d'une façon absolument générale, que *le transport du colloïde n'est pas uniforme :*

α. Le ménisque qui fuit l'électrode de même signe que le colloïde va plus vite que le ménisque qui se rapproche de l'électrode de signe contraire. Il en résulte toujours, après un certain temps, un tassement de la colonne de colloïde, qui est moins haute après l'expérience qu'au début.

β. La vitesse du ménisque qui fuit l'électrode va toujours en croissant progressivement depuis le début de l'établissement du courant. Elle croît jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle elle reste fixe, ou parfois décroît légèrement. La vitesse du ménisque qui se rapproche de l'électrode de signe contraire va en décroissant progressivement jusqu'à devenir extrêmement lente.

γ. Lorsque le transport a duré un certain temps, la partie extrême de la colonne de colloïde qui se rapproche de l'électrode de signe contraire devient de plus en plus opaque ; la partie extrême de celle qui fuit l'électrode devient de plus en plus claire et semble se désagréger, d'autant plus que le courant passe depuis plus longtemps.

δ. Lorsqu'on renverse le courant, tous les phénomènes qui se passent vers l'un et l'autre ménisque, et que nous venons de décrire, s'inversent exactement.

ε. L'intensité du courant dans le circuit va en augmentant progressivement depuis le début de l'expérience. Donc, si l'on prélève le colloïde après une expérience de transport, sa conductibilité électrique doit être toujours plus grande que celle qu'il avait au début, et c'est ce qu'on vérifie en effet.

Voici les mesures recueillies au cours de l'une de nos expériences :

Tube de Burton. Colonne de trisulfure d'arsenic de 36^{cm}, séparée de chaque électrode par 3^{cm^3} d'eau distillée. Différence de potentiel aux bornes : 160 volts environ. Température : 17°.

Vitesse de transport.

Branche de l'électrode positive.	Branche de l'électrode négative.	Intensité.
	m s	milliamp
	1^{cm} en 15.25	0,1
1^{cm} en $34^m 35^s$	14. 3	
	12.34	
	12	
	10.22	
$42^m\ 2^s$	10.2	
	10.4	
	10.11	0,20

Renversement du courant.

Branche —.	Branche +	Intensité. milliamp
1^{cm} en $32^{m}.23^{s}$	1^{cm} en $13^{m}.51^{s}$	0,1
25.15	18. 2	
17.35	16.42	
8.20	24.15	
8.28	26.01	0,25
Désagrégation nette du colloïde au voisinage du ménisque.		

Tassement........................... 6^{cm} environ

II. *Examen à l'ultramicroscope.* — Nous avons examiné, à l'ultramicroscope, par la méthode de MM. Cotton et Mouton, le transport du trisulfure. D'études poursuivies encore actuellement il résulte qu'au-dessous d'une certaine valeur du champ, quand on établit le courant, le transport est loin d'être instantané. Il y a, pour des conditions données, un *seuil* de champ en deçà duquel le transport n'a pas lieu.

Hypothèse. — Des faits que nous venons d'exposer il résulte : 1° que le transport électrique comporte une certaine mise en train; 2° que l'action qui le détermine croît progressivement jusqu'à une certaine limite; 3° que les granules colloïdaux semblent grossir (et se ralentir) à l'extrémité de la colonne voisine de l'électrode de signe contraire et, au contraire, diminuer de grosseur, se désagréger (et s'accélérer) à l'autre extrémité; 4° que ces phénomènes sont corrélatifs d'une mise en liberté d'électrolytes.

Nous émettons l'hypothèse que le transport du colloïde dépend du transport des ions de ces électrolytes. De plus, nous croyons que dans le cas du colloïde inorganique pur dialysé, ces ions ne préexisteraient pas : ils se formeraient après l'établissement du courant. Le colloïde se décomposerait en ses éléments cristalloïdes, non pas instantanément, mais progressivement. Lorsque le transport aurait duré un certain temps, il y aurait à chaque extrémité de la colonne un grand nombre d'ions positifs et négatifs; il se produirait une électrolyse amenant dès son début l'apparition d'ions H et OH : alors aurait lieu un phénomène analogue à celui décrit par l'un de nous avec MM. Schœffer et Terroine (1). Dans la branche contenant les ions de même signe, le colloïde diminuerait de grosseur, se désagrégerait. Dans la branche contenant les ions de signe contraire, les granules augmenteraient de grosseur.

Nous avons cherché à vérifier si, d'une façon générale, la vitesse du transport du trisulfure d'arsenic dépend du transport des ions qu'il contient.

S'il en est bien ainsi : 1° la vitesse du transport du colloïde ne doit pas être proportionnelle au champ auquel il est soumis; 2° lorsqu'on ajoute à un colloïde dialysé des

(1) *Comptes rendus*, 25 novembre 1907, p. 918.

électrolytes, la vitesse maxima du transport doit croître, au moins jusqu'à une certaine limite, et suivant une courbe analogue à une courbe d'adsorption. De plus, les phénomènes de désagrégation et de décomposition doivent devenir très apparents. C'est ce que l'expérience montre : 1° en faisant varier, dans des expériences successives, le champ de 100 à 1000 volts, on constate que la vitesse maxima du colloïde croît plus vite que le champ (par exemple, pour 1000 volts elle est environ 10 fois plus grande); 2° en ajoutant au trisulfure du KCl en concentration croissante (de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{50}$ N) on constate que tous les phénomènes décrits plus haut s'exagèrent considérablement. En particulier, pour une certaine concentration en KCl, la désagrégation du colloïde dans la branche négative est très rapide et va jusqu'à *sa disparition totale*; en renversant le courant on assiste à la *recomposition*, à la reformation du colloïde.

On est donc amené à penser que le transport des colloïdes inorganiques, comme celui des colloïdes organiques (Hardy) et des poudres (Perrin), dépend des ions adsorbés par les granules colloïdaux. La charge du granule doit être variable avec la quantité d'électrolytes adsorbés. Dans le cas où l'on cherche à transporter un colloïde inorganique pur, il faut d'abord qu'il se décompose en ses éléments cristalloïdes et ceux-ci en leurs ions. Tout transport électrique serait corrélatif d'une certaine décomposition du colloïde inorganique et d'une certaine électrolyse.

MINÉRALOGIE. — *Sur les édifices hélicoïdaux.* Note de M. PAUL GAUBERT, présentée par M. A. LACROIX.

Quelques éthers-sels de la cholestérine présentent au point de vue physique des propriétés remarquables; ils donnent, entre certains intervalles de température, des cristaux liquides (O. Lehmann). Le but de cette Note est de montrer que la cholestérine elle-même possède aussi des propriétés très intéressantes : fondue, elle produit par refroidissement des sphérolites montrant la structure des édifices hélicoïdaux et présentant, en outre, un autre genre d'enroulement.

On sait que les cristaux de cholestérine sont biaxes et probablement tricliniques. Fondus sur une lame de verre et recouverts d'un couvre-objet, ils donnent en se solidifiant, comme je l'ai déjà indiqué, des sphérolites, plus ou moins réguliers et d'un diamètre variant avec la vitesse de refroidissement, avec l'épaisseur de la couche liquide se trouvant entre le porte- et le couvre-objet. Le mode opératoire le meilleur, pour obtenir des sphérolites favorables à l'étude, est de prendre une quantité de cholestérine telle que le liquide obtenu par fusion forme une couche aussi mince que possible et,

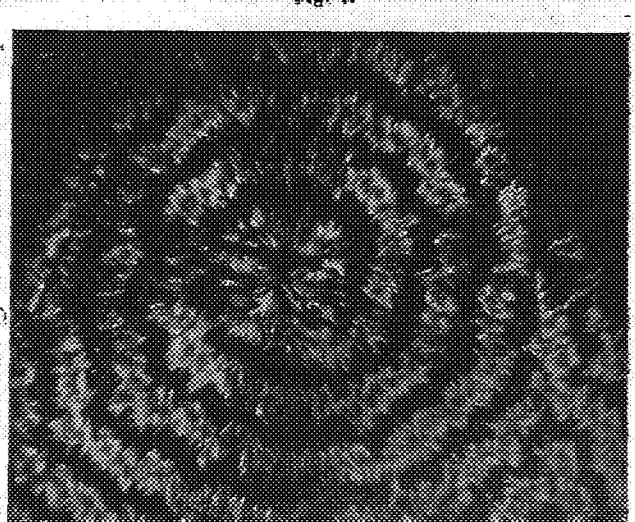
en outre, de produire une pression sur le couvre-objet pour diminuer encore l'épaisseur du liquide, et répéter plusieurs fois l'expérience en refondant la matière solidifiée. En opérant ainsi, toute la cholestérine cristallise en sphérolites, presque constamment enroulés, et la biréfringence des plages parallèles au plan des axes optiques ne dépasse pas le rouge de premier ordre.

On observe principalement deux sortes de sphérolites :

1° Dans les uns les particules cristallines possédant la même orientation optique sont disposées sur des couronnes concentriques : ils correspondent aux sphérolites de la calcédoine, tels que les a décrits M. Michel Lévy, et à ceux de quelques matières organiques étudiées expérimentalement par M. Wallerant. L'enroulement de ces sphérolites, habituellement lévogyre, se fait autour de la bissectrice obtuse n_p, parallèle à la direction des fibres.

2° Dans les autres sphérolites, l'enroulement hélicoïdal restant le même, les particules cristallines, possédant la même orientation, ne se trouvent plus disposées sur des

Fig. 1.



anneaux concentriques, comme dans le cas précédent, mais bien sur une spirale comme l'indique la figure ci-dessus (1).

Ces spirales sont habituellement enroulées en sens inverse des aiguilles d'une montre; quelquefois cependant elles sont dextrogyres. Sur la plupart des sphérolites, l'enroulement de la spirale et l'enroulement hélicoïdal des fibres sont tous les deux lévogyres.

(1) La figure montre, sur le milieu des bandes claires, une bande obscure qui correspond à la teinte rouge de premier ordre que possède le sphérolite photographié.

L'enroulement hélicoïdal paraît ici se produire sans l'intervention d'une substance possédant le pouvoir rotatoire ou du moins la dissymétrie moléculaire provoquant ce dernier (M. Wallerant); mais je ferai remarquer que les cholestérines de diverses origines se comportent différemment au point de vue de la facilité de donner des sphérolites à enroulement hélicoïdal, ce qui ne peut être expliqué que par la présence dans ces cholestérines de matières étrangères en quantité inégale ou de nature différente. Les observations de M. Jœger viennent à l'appui de cette idée. Il a, en effet, trouvé que la cholestérine ne donnait pas de sphérolites, alors que la phytostérine (cholestérine végétale) en donne très facilement avec enroulements dont il n'a pas reconnu la nature. Or les produits que j'ai à ma disposition me donnent constamment des résultats différents. La phytostérine extraite des pois doit être fondue, en opérant comme je l'ai indiqué plus haut, plusieurs fois pour donner quelques sphérolites enroulés. On peut encore admettre que la cholestérine, qui est polymorphe, possède une forme ayant une dissymétrie pouvant enrouler l'autre forme, ou encore que ce sont les molécules liquides de la cholestérine fondue (lévogyre) qui produisent l'enroulement; mais l'existence d'un corps étranger me semble l'hypothèse la plus probable.

La cholestérine fondue avec la santonine donne un produit possédant des enroulements hélicoïdaux permettant de montrer, du moins dans ce cas particulier, l'influence de la vitesse de formation des sphérolites sur le pas de l'hélice, dont la longueur, comme l'a indiqué M. Wallerant, est aussi en relation avec la quantité de matière étrangère produisant l'enroulement. La vitesse d'accroissement des sphérolites de santonine et aussi du composé en question diminue avec la température et même, à un moment donné, elle est complètement arrêtée. On constate que plus la vitesse de formation du sphérolite est grande, c'est-à-dire plus la température est rapprochée du point de fusion, plus le pas de l'hélice est allongé.

Ce travail montre donc en résumé que : 1° les sphérolites de cholestérine présentent tantôt la structure des édifices hélicoïdaux avec un enroulement autour de la fibre et tantôt ils ont une structure plus compliquée : ils possèdent en outre un autre enroulement en spirale; 2° la longueur du pas de l'hélice des sphérolites d'un composé de santonine et de cholestérine dépend non seulement de la quantité de *santonine*, mais aussi de la vitesse de cristallisation et, par conséquent, de la température à laquelle s'effectue la cristallisation.

BOTANIQUE. — *Observations sur le développement du pistil chez les Malvacées.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

De très nombreuses coupes ont été pratiquées sur de jeunes boutons d'*Althæa rosea,* d'*Hibiscus syriacus* et de diverses espèces de *Malva.*

On sait que, chez les Malvacées, les filets des étamines sont soudés de manière à former une gaine qui entoure le pistil. Dans la fleur épanouie, les styles, en nombre égal à celui des carpelles, forment un bouquet qui s'élève au-dessus de la gaine staminale.

J'ai observé que le pistil se différencie plus tard que l'androcée. Il présente deux stades bien distincts dans son développement. Les carpelles se forment d'abord, chacun avec sa cavité et son ovule, à une époque où, dans les anthères, on distingue déjà les cellules-mères des grains de pollen. Les styles apparaissent ensuite; ils acquièrent rapidement la même vascularisation que dans les fleurs épanouies; il ne leur manque que les papilles stigmatiques qui se différencient en dernier lieu.

Chez les *Malva,* dans de très jeunes boutons où les styles ne sont pas encore formés, on trouve, au milieu de la gaine staminale, un pistil disposé comme « un petit volcan avec son caractère », suivant la pittoresque expression de Payer. Les coupes en série confirment ici tout à fait les résultats obtenus par Duchartre (1845) et par Payer (1857) à l'aide de la méthode organogénique, c'est-à-dire de la dissection pratiquée sous le microscope avec un faible grossissement.

L'*Althæa rosea* présente une disposition analogue, sauf que les carpelles sont beaucoup plus nombreux que dans le genre *Malva.*

Une coupe longitudinale passant par le milieu du jeune bouton montre, au centre, une sorte de dôme arrondi portant, à chaque extrémité, un mamelon qui sera un carpelle. On constate que, chez l'*Althæa rosea,* la corolle se développe un peu après l'androcée, comme Duchartre l'admettait d'une manière générale pour l'ensemble de la famille, et contrairement à l'opinion de Payer.

Chez l'*Hibiscus syriacus,* le développement, très lent au commencement, s'effectue, à la fin, avec une extrême rapidité qui rend assez difficile l'étude suivie des divers stades. Je me bornerai à remarquer que la corolle se différencie longtemps avant qu'on puisse distinguer le moindre rudiment d'androcée ou de pistil. Dans de très jeunes boutons, où tous les organes reproducteurs font défaut, on voit des pétales plissés, entièrement semblables à ceux de la fleur épanouie. A ce point de vue, le développement de la fleur d'*Hibiscus* est donc très différent de celui de la fleur d'*Althæa.*

La partie du développement de la fleur qui semble la plus difficile à

suivre est la formation première des carpelles. Payer a bien signalé chez l'*Hibiscus* cinq fossettes qu'il considérait comme l'origine des cavités carpellaires, mais il était nécessaire de suivre de plus près l'apparition de ces cavités.

Plusieurs séries de coupes longitudinales, faites sur des boutons à des âges différents, m'ont permis de suivre la formation de la cavité carpellaire. Sur les boutons les plus jeunes, à une époque où les anthères sont déjà formées, mais où l'on ne distingue pas encore les cellules-mères des grains de pollen, le carpelle est représenté par un petit mamelon arrondi formé de parenchyme non différencié. Plus tard, le mamelon s'allonge et se recourbe sur les bords en délimitant une cavité. Sur plusieurs séries de coupes longitudinales, passant sensiblement par l'axe de l'un des nombreux carpelles, on se rend aisément compte de ce mode de formation. Il y a donc bien réellement, à cet âge, communication entre la cavité carpellaire et l'extérieur. Plus tard, le carpelle se ferme par accolement des bords de l'ouverture. Ce stade, qu'on pourrait appeler *stade gymnosperme,* puisque le carpelle est ouvert et qu'il n'y a pas encore de stigmate, est de courte durée, car je n'ai pas trouvé de cavité ouverte dans les carpelles où l'ovule était déjà formé.

Les résultats obtenus dans cette étude sont une nouvelle preuve de l'utilité de la méthode anatomique appliquée à l'étude du développement initial des organes floraux. C'est ce qu'a déjà fait voir M. Beille dans son travail sur les Disciflores (1902).

On voit, par exemple, en ce qui concerne les Malvacées, que cette méthode a permis de démontrer la différenciation progressive des tissus internes des carpelles opposée à la rapide organisation de la structure des styles. Les coupes en série ont montré, d'une manière détaillée et précise, le mode de formation de la cavité carpellaire.

BOTANIQUE. — *Sur des particularités cytologiques du développement des cellules-mères du pollen de l'* Agave attenuata. Note de M. **Er. de Lary de Latour**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Malgré les nombreuses recherches effectuées dans ces dernières années sur le développement des cellules-mères du pollen, bien des points restent encore obscurs et discutés, et les divers auteurs sont loin d'être d'accord

sur des questions importantes telles que la constitution de la masse synaptique, la structure du spirème, l'origine et le mode de formation des chromosomes hétérotypiques. De nouveaux travaux sont nécessaires pour élucider les phénomènes nucléaires complexes qui se passent pendant la première cinèse pollinique et qui présentent une importance fondamentale au point de vue de la réduction chromatique. Dans ce but j'ai entrepris des recherches sur diverses plantes de la famille des Amaryllidées. Je me contenterai, dans cette Note préliminaire, d'exposer quelques-uns des résultats de mes observations sur l'*Agave attenuata*.

Les étamines ont été fixées à l'aide des mélanges de Flemming et de Chamberlain, et les coupes ont été colorées par la méthode de la triple coloration de Flemming.

Dans la cellule-mère du pollen très jeune, le noyau présente un fin réseau de linine qui remplit la cavité nucléaire; les filaments de ce réseau sont simples et portent un grand nombre de petits corpuscules de chromatine situés principalement aux angles et souvent allongés à la surface des filaments liniques. Le nucléole arrondi ou ovalaire est en liaison intime avec les filaments du réseau. La membrane nucléaire est nette et à contour régulier.

Peu à peu les corpuscules de chromatine augmentent de volume, sans doute par suite d'une concentration plus grande de la chromatine aux angles du réseau; leur forme est irrégulière et anguleuse, et leur nombre dans un même noyau paraît dépasser trente. *Ni les corpuscules ni les filaments ne sont associés par couples.* On voit ensuite les filaments de linine s'épaissir et se raccourcir; le réseau se resserre en abandonnant la paroi nucléaire et en entraînant avec lui les corpuscules de chromatine, et l'on arrive au stade synapsis. Au début, la masse synaptique est nettement filamenteuse et l'on y distingue encore les corpuscules de chromatine; mais bientôt la contraction devient complète et l'on ne voit plus qu'une masse grumeleuse d'où s'échappent quelques filaments granuleux, assez épais, qui vont se réunir au nucléole demeuré en dehors de la masse contractée. Jamais je n'ai observé à ce stade de fusion des corpuscules chromatiques deux à deux, comme le fait a été signalé par divers auteurs. L'ensemble formé par la masse synaptique et par le nucléole reste sans relation avec la membrane nucléaire. Celle-ci est encore nette, mais le contour du noyau devient souvent irrégulier, dénotant une diminution dans la pression interne.

La masse synaptique compacte fait bientôt place à un peloton, d'abord très serré, qui se déroule de plus en plus en un système assez épais, présentant un grand nombre de petits granules de chromatine disposés *sur un seul rang. En aucun point* ce filament ne montre de *fente longitudinale* ou n'apparaît formé par l'*accolement de deux filaments,* comme le fait a été signalé par plusieurs cytologistes. Le nucléole reste uni au filament linochromatique. Le noyau, comme au synapsis, est arrondi ou ovalaire, et sa membrane est souvent peu distincte.

Je n'ai pu jusqu'à maintenant suivre d'une manière complète la formation des chro-

mosomes, et les documents que je possède sont insuffisamment nombreux pour me permettre d'être aussi affirmatif que pour les stades précédents; cependant, des faits que j'ai déjà observés il semble résulter que les chromosomes se constituent par une sorte de concentration de la chromatine, d'une manière assez analogue à celle décrite par MM. Lubimenko et Maige ([1]) chez les *Nymphæa alba* et *Nuphar luteum*. Les chromosomes formés ont la forme de petits bâtonnets courts et épais, arrondis à chaque extrémité et étranglés en leur milieu qui présente une ligne claire transversale; chacun d'eux représente un chromosome double de la première cinèse pollinique, chacune de leurs moitiés séparées par l'étranglement médian représente un chromosome simple. Cet étranglement est perpendiculaire à la direction des filaments de linine qui unissent les chromosomes, ce qui autorise à penser qu'il correspond à une division transversale du chromosome double; il en résulterait que les deux chromosomes simples d'une même paire correspondent à deux parties placées bout à bout dans le spirème et que la formation de ces chromosomes serait analogue à celle décrite par Mottier ([2]) chez diverses Monocotylédones, c'est-à-dire se produirait d'une manière très différente de celle admise par la grande majorité des cytologistes.

J'ai observé également, vers la fin de la première division, diverses particularités intéressantes. On voit assez souvent à ce stade quelques chromosomes rester éloignés des groupements polaires et demeurer, soit dans le cytoplasme, soit sur les fibrilles encore persistantes du fuseau; la forme de ces chromosomes est arrondie ou plus ou moins quadrangulaire et leur coloration rouge violet comme celle des autres chromosomes. Au moment de la formation de la membrane nucléaire des noyaux normaux, chacun d'eux devient le centre d'une petite vacuole arrondie, limitée par une fine membrane. Parfois deux ou trois de ces chromosomes s'unissent pour former un seul noyau qui reproduit exactement en petit la structure du noyau normal. La formation de ces noyaux accessoires n'a pas été observée pendant la deuxième division. D'ailleurs le nombre de ces noyaux diminue rapidement, soit par suite de leur fusion avec le noyau principal, soit par suite de leur destruction dans le cytoplasme et l'on ne les trouve que très rarement dans les grains de pollen formés.

Des formations analogues ont été décrites par Juel ([3]) en 1897, dans l'*Hemerocallis fulva* et, depuis, différents auteurs les ont signalées dans un assez grand nombre d'hybrides. Reginald Gates ([4]) a même émis l'hypothèse que peut-être toutes les plantes présentant ces noyaux surnuméraires, y compris l'*Hemerocallis fulva*, étaient des hybrides. Mais, récemment, Rudolf Beer ([5]) a signalé leur formation dans le *Fuchsia* ordinaire des

---

([1]) *Revue générale de Botanique*, 1907.
([2]) *Annals of Botany*, 1907.
([3]) *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik*, 1897.
([4]) *Botanical Gazette*, 1907.
([5]) *Annals of Botany*, 1907.

serres et leur présence dans l'*Agave attenuata* qui, de même que l'*Hemerocallis fulva* et le *Fuchsia*, a toujours été considéré comme une espèce pure, constitue une preuve nouvelle que ces noyaux accessoires ne sont nullement caractéristiques des hybrides.

ANATOMIE. — *Morphologie et connexions anatomiques du cardia humain.* Note de M. R. **Robinson**, présentée par M. O. Lannelongue.

Les récentes Communications et Thèses médicales montrent le manque de connaissances anatomiques des praticiens en ce qui concerne les limites de la forme et des rapports du cardia de l'Homme. Il n'est donc pas sans intérêt de fixer quelques points capitaux de l'étude de cette portion de l'estomac, d'après les recherches des auteurs modernes et les miennes propres.

Rappelons d'abord rapidement cette notion insuffisamment connue que la portion terminale de l'œsophage présente deux parties dilatées : 1° l'*ampoule phrénique,* qui est une dilatation de ce tube au niveau du diaphragme, mais du côté de la cavité thoracique; 2° l'*antre cardiaque,* qui correspond à la portion abdominale de l'œsophage d'après les auteurs français et qui se termine à l'embouchure du cardia (*ostium cardiacum*). Cet orifice correspond au flanc gauche de la onzième vertèbre dorsale et non pas de la dixième. L'ampoule phrénique et l'antre cardiaque sont de dimensions variables; leur développement normal exagéré n'est point rare, ce qui permet de les comparer à des pochettes gastriques de quelques Vertébrés. En réalité, les aliments peuvent stagner à ce niveau un certain temps et il est très probable qu'ils y subissent une digestion préliminaire, attendu que les hystologistes y ont décelé la présence de glandes analogues à celles de l'estomac. L'habitude de déglutition rapide, précédée d'une mastication incomplète, pourrait produire une irritation de la poche normale et déterminer un spasme suivi d'une dilatation anormale qui, passagère d'abord, peut devenir permanente à la suite de la répétition du même acte. Les médecins et les chirurgiens qui étudient par le cathétérisme la dilatation de l'œsophage et le spasme du cardia sont induits en erreur s'ils se fient à l'indication fournie par la distance du parcours que la sonde fait de l'arcade dentaire au point où le cathéter est arrêté, car, pourvu que l'ampoule ou l'antre, et mieux encore l'un et l'autre, soient normalement d'une dimension un peu exagérée, l'instrument pourra se plier et donner l'illusion d'une dilatation pathologique.

Le cardia est lui-même limité du côté de la cavité de l'estomac par un repli de la muqueuse, *plica cardiaca,* comparable à ce que j'ai décrit précédemment pour le repli de l'appendice vermiculaire, ou *plica appendica.* A ce repli correspond extérieurement une échancrure, *incidura cardiaca,*

également superposable à l'échancrure appendiculaire ou *incidura cæco-appendicularis*.

Le repli ou la valvule du cardia ne ferme pas complètement l'estomac chez le nourrisson, puisque celui-ci régurgite facilement ses aliments. Mais, à partir d'un certain moment qu'il est dificile de préciser, la valvule devient suffisante et empêche toute régurgitation. La connaissance de cette valvule est d'une importance capitale pour le médecin et le chirurgien, car son développement normal et sa proéminence lors de la réplétion de l'estomac formeront un obstacle à l'entrée du cathéter dans la grande cavité de l'estomac. En effet, il existe une différence notable entre l'estomac vide et celui qui est plein, au point de vue des variations de la valvule du cardia et de l'échancrure correspondante. Ainsi que l'on peut juger des schémas représentés d'après His, l'estomac rempli devient de plus en plus vertical, l'échancrure du cardia plus prononcée et la valvule cardiaque plus proéminente. Aussi, à un moment donné, le cardia se ferme par sa valvule à laquelle font suite deux plis produits par la pression du foie d'une part et de l'aorte d'autre part. La gouttière formée par ces deux plis est connue sous le nom de *sulcus salivaris*. Je dois ajouter cependant que la fermeture du cardia se fait en partie par les muscles longitudinaux de l'œsophage, en partie par le rétrécissement physiologique (*angustura œsophagica*) de la portion juxtagastrique de ce même canal (*Vormagen* des Allemands). De son côté, l'estomac agit par ses fibres obliques en fer à cheval, dont la contraction produit une torsion en spirale sur le viscère et rétrécit la lumière du cardia.

Faut-il accorder à l'œsophage une portion sous-diaphragmatique, à l'exemple de nos auteurs classiques? Je ne le crois pas d'après mes recherches sur les enfants et les adultes indemnes de gastroptose. Dans ce dernier cas, encore assez fréquent, l'estomac tombant dans la cavité abdominale tire sur l'œsophage et il se produit un canal sous-diaphragmatique de 2^{cm} à 4^{cm} de longueur. La limite du cardia est donc en haut la ligne correspondant au diaphragme, en bas la valvule ou le pli cardiaque. C'est un point pratique d'anatomie humaine sur lequel il est bon d'insister à dessein.

Le cardia a des connexions intimes avec le diaphragme; mais, tandis que Braum et Goubaroff affirment que cette connexion est musculaire, je pense avec de nombreux anatomistes que l'hiatus œsophagien est tendineux et que le cardia est fixé, attaché au diaphragme. La contraction de la portion musculaire de cette cloison sert à la béance et non pas à l'effacement de la lumière du cardia. Par l'effet de cette fixation, l'estomac plein se tord sur son axe, devient vertical et attire le diaphragme en bas. A la suite de la réplétion de l'estomac la base du thorax se rétrécit et *la taille s'allonge*, tandis que l'évacuation de ce viscère creux est suivie de l'élargissement de la base du thorax et *la taille se raccourcit*. L'abbé de Fontenu, que j'avais

cité dans une Note antérieure, attribuait ce fait à l'action chimique, nutritive des aliments, à leur *salubrité*. J'estime au contraire que tout se passe mécaniquement et l'estomac plein agit comme le pannicule adipeux des obèses, lesquels ont une station debout et une marche plus droite que les gens maigres : ils ont la démarche de *fierté involontaire*, comme ils ont un regard furieux par l'excès de la graisse de leur cavité orbitaire. Les peuples non civilisés portent en général une ceinture dont la partie correspondante au creux de l'estomac est garnie d'un coussin, leur bourse, etc. Ici aussi, la rectitude de la taille est de cause mécanique.

Le cardia possède à l'extérieur une séreuse péritonéale à laquelle Ivar Broman a consacré un long travail. Cette anatomiste suédois a décrit une bourse infracardiaque et étudié en particulier son développement embryologique. De mon côté, j'ai montré, dans le Mémoire des D^rs Catz et Kendirdjg sur les abcès sous-phréniques, couronné récemment par la Société de Chirurgie, l'importance de cette poche dans la formation et la localisation de quelques collections sous-diaphragmatiques. Cette séreuse présente une autre particularité intéressante en ce sens qu'elle contient d'une part des filets du nerf phrénique et d'autre part des ganglions sympathiques signalés par Openchweski. J'ai de mon côté décelé des filets du nerf vague; c'est donc un rendez-vous de différents nerfs dont le sympathique et le pneumogastrique innervent sans aucun doute le cardia. Il n'est donc pas étonnant, d'après la théorie (¹) que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans une Note antérieure, que quelques lésions du cardia et de sa séreuse provoquent une mort subite ainsi que Lancereaux, Fernand Faure entre autres l'ont établi cliniquement. Ces mêmes lésions pourraient aussi amener des perturbations dans le fonctionnement du cœur (A. Mathieu), le hoquet tenace, la toux rebelle, aussitôt que le bol alimentaire arrive au niveau du diaphragme (Sehrwald), etc.

ZOOLOGIE. — *Les néphridies thoraciques des Hermellides.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

Dans son Mémoire sur la structure des Annélides sédentaires (1887), Édouard Meyer étudie, après celui des Térébellides, des Ampharétides, des Cirratulides et des Serpulides, l'appareil rénal thoracique des Hermellides.

(¹) Le D^r Glover, lauréat de l'Institut, a publié récemment plusieurs cas dont un avec autopsie, et qui confirment le bien fondé de cette théorie.

Pour cet auteur, les Hermellides posséderaient des glandes analogues à celles des Serpulides. Comme celles de ces derniers, elles ne formeraient en réalité qu'un seul organe thoracique, résultant vraisemblablement de la fusion partielle, dans leur région antérieure, de deux glandes primitivement indépendantes. De celles-ci, l'organe impair aurait conservé les deux pavillons vibratiles établissant la communication, à droite et à gauche, entre leur cavité glandulaire respective et le cœlome. Ces deux pavillons auraient une situation excentrique et se trouveraient rejetés latéralement contre la couche mince des muscles circulaires, dans la cavité parapodiale du deuxième segment.

A leur extrémité antérieure seulement, les deux néphridies se souderaient l'une à l'autre et se confondraient en un canal unique, impair et dorsal, ouvert à l'extérieur par un néphridiopore céphalique unique, situé au-dessus du cerveau. M. de Saint-Joseph, qui a étudié les Hermellides de la Manche, parle aussi de l'existence « du pore unique de l'organe excréteur thoracique, qui s'ouvre au-dessus du cerveau », et confirme la disposition observée par Meyer.

Les recherches que nous avons entreprises sur les néphridies antérieures de *Sabellaria alveolata* L., et de *S. spinulosa* Leuck. conduisent à des résultats tout différents.

Il existe, dans la région thoracique des Hermellides, deux glandes rénales entièrement indépendantes l'une de l'autre et possédant, chacune, un pavillon vibratile interne et un néphridiopore externe. Ces deux glandes s'étendent, dorsalement et latéralement, par rapport à l'œsophage, sur la longueur des deuxième, troisième et quatrième segments thoraciques, les deux pavillons affleurant au niveau du dissépiment qui sépare la cavité cœlomique du premier segment de celle du second. Ceux-ci s'ouvrent dans le voisinage des connectifs péri-œsophagiens, et dorsalement par rapport à eux, c'est-à-dire assez près de l'œsophage, vers lequel ils tournent leur ouverture à droite et à gauche.

Chaque néphridie a la forme d'un vaste sac allongé qui se décompose en trois poches superposées et se prolonge, antérieurement, par un cœcum assez court chez *S. spinulosa* Leuck. et égal dans les deux néphridies. Chez *S. alveolata* L., ces deux cœcums terminaux ont une disposition assez curieuse. L'un d'eux est beaucoup plus long que l'autre; au début il est asymétrique, mais il devient peu à peu médian, puis il se termine brusquement, à un niveau où, dans les coupes transversales, les connectifs péri-œsophagiens sont encore le plus écartés l'un de l'autre. Mais, à peu de distance de sa terminaison, il a tout à fait l'aspect d'un canal excréteur impair, ce qui explique peut-être, en partie, l'interprétation inexacte de Meyer.

Le canal excréteur et le néphridiopore véritables se trouvent dans le parapode du deuxième segment, celui-là même dont la rame dorsale achète

n'est représentée que par une branchie. Le canal a un parcours presque vertical, à direction ventro-dorsale, et circule dans une languette parapodiale en compagnie d'un diverticule cœlomique. Il vient s'ouvrir latéro-dorsalement par un pore cilié qui se trouve à la base des branchies de la première paire.

Cette description est en contradiction avec les données anciennes. L'existence des néphridiopores latéraux permet de considérer l'organe excréteur des Hermellides comme un type très différent de celui des Serpulides. Et, si les caractères tirés de la forme et des rapports des organes rénaux thoraciques ont une réelle importance dans les affinités qui existent entre les divers groupes d'Annélides sédentaires, il faut rapprocher les Hermellides bien plus des Cirratulides que des Serpulides.

En résumé, les néphridies thoraciques des Hermellides sont au nombre de deux; elles sont entièrement indépendantes l'une de l'autre, chacune est pourvue d'un pavillon vibratile interne et d'un néphridiopore latéral externe; elles répondent au type Cirratulide et non au type Serpulide, comme on l'admettait jusqu'ici.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de l'épiderme de* Travisia Forbesii *Johnston*. Note de M. **Louis du Reau**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'aspect tout particulier de la paroi du corps de *Travisia Forbesii* a déjà attiré l'attention des auteurs.

Pruvot (¹) signale la présence d'îlots cubiques, en connexion avec l'hypoderme par une fibre qu'il croit nerveuse, formés par un amas de cellules glandulaires nucléées qui recouvrent la cuticule.

Kükenthal (²) figure cet épiderme et représente ces îlots riches en glandes comme formés d'un réseau de fibres dans lequel sont disséminés des noyaux. L'hypoderme est très épais.

Antérieurement M'Intosh (³), décrivant *Travisia glandulosa*, l'oppose à *Travisia Forbesii* par différents caractères, entre autres la présence de papilles en connexion

(¹) Pruvot, *Recherches anatomiques et morphologiques sur le système nerveux des Annélides Polychètes*, 1885, p. 101.

(²) Kükenthal, *Ueber das Nervensystem Opheliaceen*, 1886. *Pl. XXXII, fig.* 6.

(³) *On the Annelida obtained during the cruise of the Valorous*, 1877, p. 506. *Pl. LXV, fig.* 15 et 16.

avec la surface extérieure du corps. Les dessins qui accompagnent le texte laissent supposer que les papilles sont libres et situées dans l'intérieur des téguments.

M'Intosh créant une nouvelle espèce, *Tr. Kerguelensis,* reprend cette question de l'épiderme; il signale la ressemblance de ces îlots glandulaires avec des papilles, l'existence de la cuticule sous-jacente et les prolongements de ces papilles à travers la cuticule ([1]).

Son dessin figure bien cet aspect d'épithélium pavimenteux que nous retrouvons semblable chez *Tr. Forbesii.*

Enfin de Saint-Joseph ([2]) regarde ces papilles comme de grosses cellules polyédriques saillantes remplies de granulations incolores; la cuticule est cachée sous ces cellules.

Il y a donc, on le voit, désaccord complet entre les auteurs même les plus récents. L'examen d'animaux vivants et conservés, ainsi que des coupes et dissociations, m'ont permis d'éclaircir les points suivants : il existe un revêtement de papilles juxtaposées et soudées entre elles, continu sur tout le corps, sauf à la tête, aux parapodes et aux orifices du corps où la cuticule recouvre directement un épithélium très épais. La transition se fait par disparition des papilles glandulaires. Sur une coupe transversale nous trouvons, de dehors en dedans, les éléments suivants :

1° Des papilles glandulaires, limitées par une cuticule externe, mince, perforée de petits pores donnant passage à la sécrétion de cellules glandulaires nombreuses; cette cuticule est soudée sur les côtés avec celle des papilles voisines; très épaisse inférieurement, elle est perforée et donne passage à un faisceau de fibres qui, traversant l'épithélium sous-jacent, vont se perdre à la surface des muscles circulaires;
2° Un épithélium cubique très net;
3° Une basale mince;
4° Une couche de fibres musculaires circulaires;
5° Une couche de fibres musculaires longitudinales;
6° Un endothélium limitant la cavité générale.

Les papilles se composent de grosses cellules à mucus, à section plus ou moins cylindrique, droites ou contournées, communiquant avec l'extérieur par un pore fin. Elles prennent avec avidité le vert de méthyle, le vert lumière, le rouge Congo, le brun de Bismarck. L'hématoxyline les colore en noir violet, l'éosine et l'orangé G y montrent un réseau spongieux.

---

(1) *Report on the Annelida Polycheta collected by H. M. S. Challenger,* 1885, p. 358. *Pl. XXXVI a, fig.* 1 et 2.

(2) *Annélides des côtes de France* (*Annales des Sciences naturelles,* t. V, 1897, p. 382.)

D'autres cellules à contenu granuleux, se colorant moins énergiquement, ne sont peut-être que des cellules glandulaires à un degré de maturité moins avancé. On trouve d'autres cellules incolores, cellules de soutien, avec un noyau ovale à chromatine répartie en granulations foncées, subégales. Ces cellules, de forme irrégulière, occupent les espaces laissés libres par les cellules glandulaires. La thionine phéniquée colore en bleu pâle les noyaux des cellules de soutien, comme ceux des cellules de l'épithélium sous-jacent, et en violet foncé les cellules glandulaires. Un faisceau de fibres s'épanouit à la base des papilles, puis se resserre pour traverser la cuticule et l'épithélium et va se perdre dans la couche musculaire circulaire. La potasse et le sulfocyanure de potassium font apparaître dans la cuticule des zones de stratification ondulées.

Conclusion. — L'épiderme de *Tr. Forbesii* se compose d'un épithélium à cellules cubiques recouvert par une cuticule épaisse; cette cuticule donne passage à des papilles qui s'épanouissent et se soudent à la surface, simulant un second épithélium. C'est l'exagération dans la forme, semble-t-il, des papilles filiformes libres de *Stylarioides plumosa*, de celles plus renflées de *Flabelligera affinis*. Chez *Brada granulata* elles deviennent courtes, renflées, pressées les unes contre les autres, sans soudure, tandis que chez *Tr. Forbesii* le maximum de complication arrive par la soudure des papilles entre elles.

MÉDECINE. — *Culture du parasite du bouton d'Orient.*

Note de M. **Charles Nicolle**, présentée par M. Laveran.

Le bouton d'Orient (clou de Biskra, de Gafsa; bouton du Nil, d'Alep, etc.) reconnaît pour cause un Protozoaire découvert par Wright et nommé ordinairement *Leishmania tropicum*. Ce microorganisme, voisin par ses caractères morphologiques de *Leishmania* (*Piroplasma*) *Donovani*, parasite du Kala-Azar, n'avait pas été jusqu'à présent cultivé. Nous venons d'obtenir sa culture par une technique analogue à celle qui nous avait donné antérieurement celle des corps de Leishman (*Comptes rendus*, 2 mars 1908).

Le matériel d'expérience nous a été fourni par un chamelier nègre de Tozeur (Djerid) ayant contracté son affection à Tébessa (Algérie) et malade depuis 3 mois. Lorsque nous examinons le malade, le 25 mars, il présente trois groupes de boutons situés sur une ligne droite s'étendant de la partie médiane du cou-de-pied gauche à la partie moyenne du dos du pied. Ces boutons sont saillants, fermes, non ulcéreux, non squa-

meux. Un prélèvement, pratiqué par incision de l'un d'eux, y montre la présence de nombreux corps de Wright et confirme le diagnostic.

La culture a été faite par ponction de trois de ces éléments avec une seringue stérile, la peau ayant été préalablement désinfectée par une solution de teinture d'iode. Nous avons ensemencé pour chaque élément deux tubes contenant, l'un le milieu de Novy-Neal, l'autre le milieu modifié et simplifié par nous.

Notre simplification consiste dans la suppression de la viande et de la peptone.

Notre milieu a la formule suivante : gélose 14^{g}, sel marin 6^{g}, eau 900^{g}. Il est réparti dans des tubes à essai et stérilisé, puis les tubes liquéfiés à 55° sont additionnés chacun d'un tiers de sang de lapin prélevé par ponction aseptique du cœur. On incline les tubes pendant 12 heures, pour les porter ensuite pendant 5 jours à l'étuve à 37°. On les conserve à la température ordinaire; il est préférable de n'en faire usage qu'au bout de quelques jours.

C'est sur notre milieu que nous avons obtenu les cultures les plus abondantes; le milieu de Novy et Neal a donné des résultats positifs, mais sensiblement moins bons. Il en est de même pour le parasite du Kala-Azar.

La culture a été faite, en raison des circonstances, dans une étuve improvisée (veilleuse dans une boîte métallique avec matelas de sable) et réglée entre 19° et 23°. L'examen pratiqué le neuvième jour a montré un développement très abondant du parasite.

Nous n'insisterons pas sur les caractères que présente en culture le microbe du bouton d'Orient. Ce serait répéter ce que nous avons déjà dit au sujet de celui du Kala-Azar (voir *Société de Pathologie exotique*, séance du 12 février, et *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, février 1908). Forme, dimensions, mobilité, structure, aspect et situation relative du noyau et du karyosome, mode de division sont identiques. Peut-être, chez le parasite du clou de Gafsa, le flagelle est-il généralement plus long et, sur les préparations colorées, présente-t-il plus souvent un aspect flexueux? Il est possible qu'il n'y ait là qu'une apparence. Un seul point nous paraît jusqu'à présent devoir être retenu : la présence fréquente de deux flagelles à l'extrémité antérieure. Cet aspect n'est que le résultat de la division d'un flagelle unique; mais cette division est si précoce qu'il en résulte un caractère assez particulier. En dehors de ce détail, l'identité avec *Leishmania Donovani* est complète.

Seule l'étude expérimentale pourra permettre de distinguer ces deux parasites.

Cette étude est aujourd'hui possible.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 6 avril 1908.)

Note de M. *J. Bougault*, Étude comparative de la déshydratation des acides atrolactique et *p*-méthoxyatrolactique. Acides *p*-méthoxyatropique et di-*p*-méthoxyatropique.

Page 768, schéma (III), *au lieu de*

$$
\text{(III)}\quad
\begin{array}{c}
CH^3 \\
| \\
C \\
CH^3O - C^6H^4 \diagup | \diagdown \\
O \\
| \\
CO \quad \rangle C^6H^3 - OCH^3 \\
| \\
C \\
\diagup \diagdown \\
CO^2H \quad CH^3
\end{array}
$$

lisez

$$
\text{(III)}\quad
\begin{array}{c}
CH^3 \\
| \\
C \\
CH^3O - C^6H^4 \diagup | \diagdown \\
CO \\
| \\
O \quad \rangle C^6H^3 - OCH^3 \\
| \\
C \\
\diagup \diagdown \\
CO^2H \quad CH^3
\end{array}
$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 21 AVRIL 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne quelques détails sur le quatrième Congrès des Mathématiciens qui vient de se tenir à Rome du 6 au 11 avril et qui a compté plus de 600 adhérents.

« Ce Congrès, dit-il, qui a réuni à Rome un grand nombre de nos compatriotes, parmi lesquels des professeurs de la Sorbonne et du Collège de France, de nos Universités provinciales et quatre Membres de l'Académie, MM. C. Jordan, Poincaré, Picard, le Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques, a été inauguré le 6 avril au Capitole, dans la salle des Horaces et des Curiaces du Palais des Conservateurs, en présence de S. M. le Roi d'Italie, qui avait bien voulu donner aux géomètres une première marque de bienveillance en acceptant que leurs travaux fussent placés sous son haut patronage.

» Il n'est pas d'attentions dont les congressistes n'aient été comblés par M. le Ministre de l'Instruction publique, M. le Syndic de Rome, M. le Recteur de l'Université de Rome, M. le Syndic de Tivoli et, en général, toutes les autorités.

» L'Académie royale des Lincei avait tenu à manifester tout l'intérêt qu'elle prenait à nos travaux en mettant à notre disposition les salles du beau palais Corsini, qui lui a été affecté. Son président, M. le Sénateur Blaserna, qui a été nommé par acclamation président du Congrès, a suivi toutes les séances et a réussi à prévenir toute difficulté, grâce à son tact et à sa courtoisie.

» L'un des principaux avantages des Congrès est de permettre aux savants

qui s'occupent des mêmes études de se connaître et de s'entretenir à loisir. Nous avons été particulièrement heureux de faire la connaissance personnelle des géomètres italiens qui, comme il est naturel, étaient venus en grand nombre. En nous présentant, dans les diverses séances, l'exposé d'ensemble de leurs belles et récentes découvertes, nos collègues d'Italie ont encore accru, s'il était possible, la haute estime dans laquelle nous tenions déjà toutes leurs recherches. Leurs prévenances et leur amabilité nous ont laissé des souvenirs qui ne s'effaceront pas.

» Sur l'invitation des géomètres anglais, il a été décidé que le cinquième Congrès des Mathématiciens se tiendrait à Cambridge en 1912. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un complément de démonstration du mécanisme de la stéréoscopie monoculaire.* Note de M. **A. Chauveau.**

L'appréciation du relief et des distances avec un seul œil n'est pas simple affaire de *jugement* porté par les centres perceptifs après éducation préalable de l'organe et rendu plus ou moins exact par cette éducation. Sans doute, l'appareil de la vision, comme tout autre, profite de l'entraînement auquel on le soumet. Mais aucun des actes de la fonction visuelle ne dépend essentiellement de cette éducation. Celle-ci n'a, en particulier, aucun rôle à jouer directement dans la *stéréoscopie monoculaire.*

C'est là, en effet, un acte physico-physiologique, nécessaire et spontané, dépendant de l'aptitude de la rétine à opérer, à travers le système dioptrique de l'œil, la réversion des images qu'elle reçoit du monde extérieur et à les reporter dans l'espace à leur point de départ. Cette aptitude est si nettement agissante qu'elle peut même se manifester dans le cas où ces images ne sont arrivées à la rétine que par l'intermédiaire d'une épreuve photographique simple. Il suffit, pour que ce résultat soit obtenu, que les deux images rétiniennes, au lieu d'être fusionnées en une image-résultante unique, restent indépendantes l'une de l'autre. J'en ai donné la preuve dans une précédente Note (*Comptes rendus,* séance du 6 avril) consacrée à l'influence stéréogénique qu'exerce la dissociation des deux images rétiniennes dont la vue des épreuves photographiques ordinaires provoque la formation.

Il n'est pas sans intérêt de compléter cette démonstration en considérant le cas de la double épreuve stéréoscopique, où c'est, au contraire, l'association de deux images qui donne au relief toute sa puissance.

Chaque figure de cette double épreuve possède nécessairement toutes les

propriétés de la figure unique des épreuves photographiques ordinaires. Ce n'est, *en soi*, qu'une de ces épreuves simples. Les deux figures de l'épreuve stéréoscopique, considérées isolément, peuvent donc servir à toutes les démonstrations que j'ai données de l'influence stéréogénique de la dissociation des images rétiniennes. Ces deux figures offrent, en plus, l'avantage de se trouver, l'une vis-à-vis de l'autre, dans des rapports tels qu'elles permettent de comparer directement la *stéréoscopie monoculaire* et la *stéréoscopie binoculaire*.

Les deux méthodes précédemment signalées dans ma Note du 6 avril (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 727) se prêtent l'une et l'autre à l'exploitation de la double épreuve stéréoscopique pour en faire profiter l'application de la théorie de l'extériorisation des images rétiniennes au déterminisme de la perception du relief et de la profondeur dans le monde extérieur et ses représentations graphiques.

Je commencerai, cette fois, par la méthode directe, qui permet d'obtenir immédiatement, sans instrument intermédiaire, les phénomènes liés à l'extériorisation des images rétiniennes fournies par les deux figures des épreuves stéréoscopiques. Puis viendra l'exposition des faits qui sont procurés par l'interposition de prismes dissociateurs entre ces figures stéréoscopiques et l'appareil de la vision.

A. Observation directe des épreuves stéréoscopiques. — En raison de leur petitesse, l'observation de ces épreuves réclame de très bonnes conditions d'éclairage, sans lesquelles les parties délicates ne sauraient bien ressortir. Il y faut parfois quelque soin. Mais on en est largement payé. Quand ces conditions sont réalisées, les résultats constatés sont toujours excellents et méritent même souvent d'être taxés d'admirables. Rien d'aussi net et d'aussi saisissant ne peut être obtenu avec les intermédiaires plus ou moins grossissants.

Si les objets représentés étaient vivement éclairés par le soleil au moment où ils ont été photographiés, si de plus ils se montrent riches en détails très fins et très délicats, il ne faut pas hésiter, au besoin, à placer les épreuves en pleine lumière solaire pour leur fournir l'éclairage qui leur convient le mieux. La précaution produit son maximum d'effet quand on a soin d'illuminer ces épreuves en les présentant du bon côté aux rayons du soleil.

Il va sans dire que l'on doit également se préoccuper de ces bonnes conditions d'éclairage lorsque les observations sont faites dans la nuit, sous la lumière d'une lampe couverte d'un abat-jour opaque.

L'observation directe des épreuves stéréoscopiques se prête à deux séries d'expériences : tantôt l'étude de l'extériorisation de l'image rétinienne dans l'espace est faite avec un seul œil, tantôt avec les deux yeux.

a. Observation monoculaire, avec dissociation préalable des images rétiniennes. Perception du relief et de la profondeur dans les deux parties de l'épreuve stéréoscopique vue avec un seul œil. — On pourrait cacher l'une de ces parties et montrer que l'autre se prête à la dissociation et à la réassociation de ses deux images rétiniennes, par alternance de la convergence des axes optiques sur la surface de l'épreuve ou au delà. Ce serait répéter, sans aucun profit, une démonstration tout à fait fondamentale qui a été faite dans ma première Note : je veux dire la démonstration de l'obstacle apporté, par la rencontre et la fusion de ces deux images rétiniennes sur le plan de la surface de l'épreuve, à l'extériorisation des objets qu'elles représentent aux divers plans qu'ils occupent respectivement dans l'espace.

Mais il y a grand intérêt à constater directement que les deux parties de l'épreuve stéréoscopique, vues dans leur ensemble en dehors de l'appareil destiné à l'observation de cette épreuve, sont capables de donner simultanément, en gardant toute leur indépendance, des sensations identiques de relief et de profondeur, comparables à celles que fait naître la fusion stéréogénique classique opérée par le stéréoscope entre les deux images de la double épreuve.

Aucune autre constatation ne pourrait être à la fois plus facile et plus sûre. Il suffit de regarder la double épreuve stéréoscopique avec un seul œil, après s'être assuré, avant la fermeture de l'autre œil, que les images rétiniennes sont déjà dissociées au moment où va commencer l'observation monoculaire. C'est instantanément que se révèlent alors le relief et la profondeur dans les deux parties de l'épreuve stéréoscopique. Et la perception de ce caractère reste très fixe ; elle s'améliore même en se continuant.

Le fait était inévitable. Il importait pourtant beaucoup d'en constater directement l'existence, en raison du rôle considérable qu'il joue dans la théorie de la perception de la troisième dimension dans le monde extérieur.

L'importance de cette démonstration se mesure à celle des faits dont il va être question maintenant.

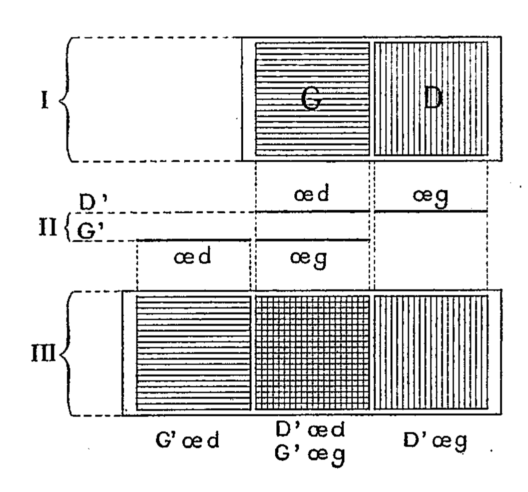
b. Observation binoculaire avec dissociation des images rétiniennes fournies par les deux parties de l'épreuve stéréoscopique. Le sort des quatre images résultant de cette dissociation. Combinaison de deux d'entre elles, une gauche, une droite, pour former, entre les deux autres, restées indépendantes en gardant chacune son relief propre purement monoculaire, une image unique à

relief binoculaire. Impeccable comparaison du relief monoculaire et du relief binoculaire, rattachés en commun, par la présente expérience, à la théorie de l'extériorisation. — L'expérience très saisissante qui donne les résultats sommairement indiqués dans ce long programme peut être décrite très brièvement. Je n'ai, pour cela, qu'à me restreindre aux constatations que mes aptitudes personnelles me permettent de faire couramment.

Expérience. — L'épreuve stéréoscopique étant tenue devant les yeux, le regard se reporte vaguement au delà de son plan de surface et sollicite ainsi la formation d'images rétiniennes dissociées. Au moment où ce résultat est franchement obtenu, un troisième exemplaire du sujet représenté dans l'épreuve s'ajoute aux deux exemplaires réellement existants.

Dans chacune des trois images les reliefs s'enlèvent et les profondeurs se creusent en caractères parfaitement nets, mais plus ou moins accentués, suivant la place de l'image, la composition du sujet représenté et les aptitudes physiologiques respectives des deux yeux de l'observateur.

La perception du relief et de la profondeur est monoculaire dans les deux images extrêmes, binoculaire dans celle du milieu. Le schéma ci-joint, fidèle représentation de mon cas particulier, où l'œil gauche est l'organe dominateur, suffira à faire comprendre le mécanisme de cette distribution.



Soit, I, la double épreuve stéréoscopique placée devant les yeux et vue de face : G, l'exemplaire de gauche; D, l'exemplaire de droite. Soient, II, les quatre images rétiniennes dissociées et représentées en coupe horizontale : D', les deux images formées par l'exemplaire droit; G', les deux images formées par l'exemplaire gauche; *œd*, celles qui sont reçues par l'œil droit; *œg*, celles qui sont reçues par l'œil gauche. Soient enfin, III, les trois figurations dont l'observateur perçoit la vue d'ensemble et que la dissociation des images rétiniennes substitue aux deux figurations réelles de l'épreuve

observée : à gauche G'*œd*, l'image rétinienne de G, perçue isolément par l'œil droit; à droite l'image rétinienne de D, perçue isolément par l'œil gauche; au milieu, D'*œd* et G'*œg*, la superposition des deux autres images rétiniennes de G et de D. *Elles se combinent exactement comme elles le feraient dans le stéréoscope.*

C'est ainsi qu'une image-résultante, à stéréoscopie binoculaire, s'interpose entre deux images simples, à stéréoscopie monoculaire; toutes trois visibles simultanément et se prêtant ainsi à une comparaison aussi parfaite que possible.

Comparaison des trois images. Influence de la distance à laquelle les vues stéréoscopiques ont été photographiées. — L'unité du mécanisme de l'appréciation de la troisième dimension, la profondeur, dans la vision monoculaire et la vision binoculaire, apparaît, de la manière la plus nette, dans cette expérience. Quel que soit le mode de vision appliqué à l'examen des vues choisies, l'extériorisation des images rétiniennes en reporte toujours les éléments constituants aux places qu'ils occupent respectivement dans l'espace représenté; en sorte que l'image simple, en provenance d'une seule des parties de l'épreuve stéréoscopique, peut donner les sensations de relief et de profondeur comme la combinaison des images rétiniennes qui proviennent des deux parties de cette épreuve.

Mais l'image composée fournie par cette combinaison est nécessairement plus complète que chacune des deux autres, puisque celles-ci ne sont pas exactement semblables. Il en résulte que la stéréoscopie binoculaire devrait toujours donner des résultats plus vigoureux que la stéréoscopie monoculaire.

Cette prévision théorique se réalise-t-elle dans la pratique? Il n'en saurait être autrement. En fait, dans l'image composée qu'exhibe notre expérience, c'est-à-dire l'image binoculaire ou celle du milieu, le relief est parfois beaucoup plus net et plus vigoureux que dans les images voisines, les images simples ou monoculaires dont est flanquée l'image intermédiaire. Mais cette supériorité n'est évidente que dans les cas où les objets représentés ont été photographiés de très près : tels le cas d'un portrait et ceux de la représentation de meubles ou de bibelots, dont les modèles n'étaient séparés que par une courte distance de l'appareil photographique. C'est alors, en effet, que les différences les plus accentuées existent entre les deux parties de l'épreuve stéréoscopique.

Mais ces différences s'atténuent d'autant plus que les objets ou les paysages représentés étaient plus éloignés de l'appareil. Elles deviennent bientôt si minimes, qu'elles sont alors incapables d'introduire une supériorité sensible dans la perception du relief binoculaire. Cela ne nuit en aucune

façon au relief monoculaire, qui persiste à se montrer remarquable. Alors, les images simples qui accompagnent à droite et à gauche l'image composée ressemblent tellement à cette dernière, au point de vue de la netteté des caractères de relief et de profondeur, qu'*il est impossible d'établir une distinction quelconque entre les effets de la stéréoscopie monoculaire et ceux de la stéréoscopie binoculaire.*

Passons à un autre point.

Influence des conditions particulières de l'appareil visuel de l'observateur sur les résultats de l'expérience où l'observation directe des épreuves stéréoscopiques est faite au moyen des deux yeux, avec dissociation des images rétiniennes. — Parmi les nombreuses remarques que ce point réclame, je n'en signalerai que deux, dont l'indication immédiate est nécessaire.

1° En premier lieu, il faut rappeler qu'il y a très souvent, entre les deux yeux, inégalité d'aptitude, de causes variées, à la nette perception visuelle des objets extérieurs. Ainsi, chez moi, les images qui se forment sur la rétine de l'œil droit n'ont jamais la même netteté que celles de l'œil gauche. Il en résulte que, dans l'expérience en question, les deux images à relief monoculaire qui encadrent, à gauche et à droite, l'image centrale à relief binoculaire, n'ont pas une égale vigueur; celle de gauche, perçue par l'œil droit, est toujours plus faible et moins nette.

2° De grandes inégalités existent aussi dans l'aptitude des observateurs à effectuer la dissociation volontaire des deux images rétiniennes fournies par chacune des deux parties de l'épreuve stéréoscopique. Ce n'est pas sans un effort plus ou moins pénible qu'on parvient à espacer ces images de manière à opérer la superposition exacte de celles qui sont appelées à former l'image centrale, en se fusionnant. Même avant d'avoir constaté la parfaite formation des trois images et l'existence du relief qu'elles doivent posséder respectivement, on est averti du succès par la brusque cessation de la tension de l'appareil musculaire moteur du globe de l'œil.

On ne réussit pas également bien à toutes les heures de la journée. Je manque rarement d'obtenir avec rapidité le résultat cherché en opérant couché, au début ou à la fin de la nuit, avec l'aide d'une lumière artificielle dont l'éclat est exclusivement concentré sur l'épreuve.

Influence de la qualité des épreuves stéréoscopiques. — On en rencontre parfois qui se prêtent à tout coup, n'importe quand, à la dissociation et au nouvel arrangement de leurs images rétiniennes. D'autres, au contraire, se montrent extrêmement rebelles à l'opération. Mais ces épreuves réfractaires peuvent être induites à s'y prêter par l'exemple des premières, quand on

superpose incomplètement l'une de celles-ci à l'une de celles-là. Les images rétiniennes dociles finissent toujours par entraîner les autres dans le mouvement transformateur de leur mode d'association. Il y a souvent avantage à utiliser ce procédé.

B. Interposition de prismes dissociateurs entre l'appareil de la vision et la double épreuve stéréoscopique employée a la comparaison de la stéréoscopie monoculaire et de la stéréoscopie binoculaire. — Toutes les difficultés que l'observateur éprouve à constater directement les effets de la dissociation des images rétiniennes sur leur aptitude stéréogénique disparaissent complètement, si la dissociation est produite automatiquement par une interposition de prismes entre l'appareil de la vision et la double épreuve stéréoscopique.

Je me suis servi, pour réaliser cet automatisme, des prismes du stéréoscope ordinaire, débarrassés de tous les accessoires inutiles ou nuisibles aux constatations à faire. Toute épreuve stéréoscopique, placée devant les deux prismes ainsi disposés, montre instantanément le groupement des trois images de l'expérience typique dont on vient de parler : la gauche représentant la seule partie gauche de l'épreuve, vue par l'œil droit; la droite, représentant la seule partie droite, vue par l'œil gauche; celle du milieu, représentant la combinaison de ces deux parties de l'épreuve stéréoscopique, vue chacune avec l'œil du même côté; toutes trois en possession de la propriété de traduire les êtres, les objets et l'espace figurés par elles avec le relief et la profondeur qu'ils possèdent dans la nature.

Toutes les comparaisons dont il a été parlé peuvent être faites au moyen de ce dispositif, au point de vue de ces aptitudes stéréogéniques, entre les images rétiniennes simples restant nettement dissociées et celles qui réassocient leurs caractères différentiels dans les centres perceptifs.

Cette étude comparative, moins saisissante que dans le cas où elle est faite au moyen de l'observation directe des épreuves, n'en donne pas moins les mêmes très intéressants résultats, et, cette fois, c'est sans aucun tâtonnement et avec la plus grande facilité.

L'emploi méthodique des prismes dissociateurs est donc à recommander pour la démonstration de l'unité du mécanisme de la stéréoscopie monoculaire et de la stéréoscopie binoculaire, dépendant toutes deux, de la même manière, du phénomène de la réversion et de l'extériorisation des images rétiniennes.

Au point de vue de l'observation purement pittoresque des photographies stéréoscopiques, cette méthode n'est pas moins recommandable. *Avec les deux prismes nus dont elle nécessite l'usage, on se procure, en effet, outre le relief de l'image classique du stéréoscope ordinaire, celui des deux compo-*

santes de cette image classique. La vue simultanée de ces trois images à relief plus ou moins puissant forme un tableau d'autant plus intéressant que l'observateur le voit se constituer instantanément sous ses yeux et qu'il s'explique très bien comment le même appareil, qui crée le relief des images rétiniennes en les dissociant, l'améliore en faisant entrer ces images dans une autre combinaison.

PATHOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma congolense (*Broden*). Note de M. **A. Laveran.**

En 1904, A. Broden a appelé l'attention sur un trypanosome qu'il avait trouvé chez un âne et chez des moutons provenant du poste de Galiema (État indépendant du Congo). Broden a pensé que ce trypanosome, remarquable par ses petites dimensions et par l'absence d'une partie libre du flagelle, appartenait à une espèce nouvelle qu'il a désignée sous le nom de *Tr. congolense* (1).

Ultérieurement, Broden a retrouvé ce même trypanosome chez des Bovidés et chez des dromadaires de l'État indépendant du Congo, et il a fait ressortir les analogies existant entre *Tr. congolense* et *Tr. dimorphon*, sans conclure toutefois à l'identité de ces parasites (2).

Rodhain, qui a donné une description du petit trypanosome du Congo, constate que l'absence de partie libre du flagelle rapproche ce trypanosome de *Tr. dimorphon* (3).

Dutton, Todd et Kinghorn, qui ont étudié dans l'État indépendant du Congo la trypanosomiase produite par *Tr. congolense*, signalent les analogies de ce trypanosome avec *Tr. dimorphon;* mais ils ne citent aucune expérience permettant de conclure soit à l'identité, soit à la non-identité des deux parasites (4).

A la fin du mois d'octobre 1906, M. le Dr Broden a bien voulu m'envoyer

(1) A. Broden, *Les infections à trypanosomes au Congo* (*Bulletin de la Société d'études coloniales*, Bruxelles, février 1904).

(2) A. Broden, *Rapport sur les travaux du Laboratoire médical de Léopoldville de* 1900 *à* 1905, Bruxelles, 1906, p. 178. — A. Broden, *Trypanosomiases animales au Congo* (*Bulletin Acad. R. de Belgique*, t. XX, 1906, p. 387).

(3) Rodhain, *Trypanosomiases humaine et animales dans l'Ubangi* (*Arch. f. Schiffs u. Tropen Hygiene*, t. XI, mai 1907, p. 297).

(4) J.-E. Dutton, J.-L. Todd et A. Kinghorn, *Cattle trypanosomiasis in the Congo free State* (*Annals of trop. med. a. parasitology*, juin 1907, t. I, no 2).

un cobaye qui avait été inoculé avec *Tr. congolense;* c'est ainsi que j'ai pu étudier ce trypanosome que j'ai conservé au moyen de passages par cobayes. Les expériences que j'ai entreprises pour identifier ce trypanosome ont été fort longues, et c'est seulement aujourd'hui, un an et demi après le début de mes recherches, que je puis émettre un avis motivé sur la nature de *Tr. congolense.*

Au point de vue morphologique, *Tr. congolense* diffère de *Tr. dimorphon.* Le premier de ces trypanosomes mesure 10^{μ} à 13^{μ} de long, les exemplaires qui atteignent 15^{μ} à 16^{μ} de long sont fort rares; *Tr. dimorphon* présente au contraire, dans les cas types, un mélange de petites formes (10^{μ} à 15^{μ} de long) et de grandes formes (22^{μ} de long en moyenne); mais, dans certaines infections dues à *Tr. dimorphon,* les grandes formes sont rares ou très rares, si bien qu'on pouvait supposer que *Tr. congolense* était une variété de *Tr. dimorphon* dans laquelle les grandes formes avaient disparu. *Tr. congolense* a d'ailleurs la plus grande ressemblance avec les petites formes de *Tr. dimorphon :* l'extrémité postérieure est le plus souvent arrondie et il n'y a pas de partie libre du flagelle.

En somme, on ne peut pas se baser sur la morphologie seule pour séparer les trypanosomes en question.

L'action pathogène sur les différentes espèces animales ne fournit pas non plus d'indications précises. Il est à noter cependant que les animaux (chèvres, moutons) qui résistent à l'infection par *Tr. dimorphon* n'ont pas l'immunité, alors que les animaux guéris d'une infection par *Tr. congolense* peuvent avoir l'immunité pour ce virus.

Il était indiqué de rechercher si un animal guéri d'une infection par *Tr. congolense* et ayant l'immunité pour cette trypanosomiase pourrait être infecté par *Tr. dimorphon.* J'ai pu réaliser cette expérience sur une chèvre dont je résume l'observation.

Une chèvre neuve du poids de 31^{kg} est inoculée avec *Trypanosoma congolense* le 15 novembre 1906. L'inoculation est faite sous la peau de l'oreille avec du sang de cobaye dilué dans de l'eau physiologique citratée.

La chèvre a une poussée fébrile du 23 au 28 novembre; température maxima 40°,3.

Les examens du sang de la chèvre, faits le 25 novembre et à différentes reprises pendant les mois de décembre 1906 et de janvier 1907, révèlent l'existence de trypanosomes rares ou très rares.

Du 29 novembre au 26 décembre, la température de la chèvre se maintient entre 39° et 39°,6.

Le 1er décembre, la chèvre pèse 27^{kg}; les 15 et 31 décembre, 32^{kg}.

A partir du 27 décembre, et pendant les mois qui suivent, la température se maintient entre 38° et 39°; elle est donc normale.

Pendant les mois de février, mars et avril, les examens du sang sont le plus souvent négatifs; cependant on note à diverses reprises la présence de trypanosomes très rares.

La chèvre va bien; elle pèse, le 17 février, le 18 mars et le 15 avril, 34^{kg}.

A partir du 8 avril, les examens directs du sang de la chèvre sont négatifs.

Le 2 mai, on injecte à un chien, dans le péritoine, 30^{cm^3} du sang de la chèvre; le chien s'infecte et meurt le 26 mai.

Le 3 juin, on inocule avec le sang de la chèvre un cobaye (4^{cm^3} de sang dans le péritoine) et deux souris; ces animaux ne s'infectent pas.

Un chien inoculé le 15 juillet (30^{cm^3} de sang dans le péritoine) ne s'infecte pas.

Le 22 août, la chèvre qui paraît guérie est réinoculée avec *Tr. congolense;* elle ne présente à la suite de cette inoculation aucun symptôme morbide.

6 septembre. On inocule, sur la chèvre, un chien qui reçoit dans le péritoine 30^{cm^3} de sang et trois souris qui reçoivent chacune $0^{cm^3},250$ de sang. Le chien s'infecte et meurt, les souris ne s'infectent pas. Les examens du sang de la chèvre sont négatifs.

La chèvre va très bien; elle pèse le 2 octobre 39^{kg} et le 4 novembre 41^{kg}.

Un chien inoculé le 7 octobre (30^{cm^3} de sang dans le péritoine) s'infecte; un autre chien inoculé le 7 novembre, dans les mêmes conditions, ne s'infecte pas. La réinfection de la chèvre a donc été légère.

Le 20 décembre, la chèvre est réinoculée de *Tr. congolense.*

6 janvier 1908. Un chien reçoit, dans le péritoine, 40^{cm^3} du sang de la chèvre; il ne s'infecte pas.

6 février. Je réinocule encore la chèvre avec *Tr. congolense.*

21 février. Un chien reçoit dans le péritoine 40^{cm^3} du sang de la chèvre; il ne s'infecte pas.

Après ces deux épreuves, il paraît bien établi que la chèvre est guérie et qu'elle a acquis l'immunité pour *Tr. congolense.*

1er avril 1908. La chèvre est en très bon état, elle pèse 44^{kg}. Les chiens inoculés le 6 janvier et le 21 février, chacun avec 40^{cm^3} de sang, ne se sont pas infectés. J'inocule la chèvre sous la peau des oreilles avec le sang d'une souris fortement infectée de *Tr. dimorphon.*

Le 10 avril, la température de la chèvre monte à 40° et, le 13 avril, à 41°,1 (température normale 38°,7). L'examen du sang de la chèvre fait le 13 avril révèle l'existence de trypanosomes non rares.

Sur les préparations colorées on distingue de petits et de grands trypanosomes.

Le 15 avril, nouvelle poussée fébrile; le thermomètre, qui était descendu le 14 à 38°,8, monte le 15 à 40°,8. Les trypanosomes sont moins nombreux dans le sang de la chèvre que le 13 avril.

Le 16 avril, la température est de 40° et, le 17, de 39°,6. L'examen du sang fait le 17 avril révèle encore l'existence de trypanosomes.

En résumé, une chèvre inoculée avec le *Tr. congolense* le 15 novembre 1906 était guérie en juin-juillet 1907 de l'infection produite par ce trypanosome. Réinoculée avec *Tr. congolense* le 22 août, elle s'est infectée de nouveau, mais cette deuxième infection a été légère; la chèvre était guérie au com-

mencement du mois de novembre 1907. Deux inoculations nouvelles faites le 20 décembre 1907 et le 6 février 1908 n'ont pas produit de réinfection; on peut donc dire que la chèvre avait acquis l'immunité pour *Tr. congolense*. L'inoculation de *Tr. dimorphon* faite le 1er avril 1908 a produit une infection des mieux caractérisées, ce qui tend à prouver que *Tr. congolense* constitue une espèce distincte de *Tr. dimorphon*.

J'espère pouvoir répéter cette expérience sur un bouc qui, inoculé de *Tr. congolense* le 6 décembre 1906, est aujourd'hui guéri de cette infection.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Dix planches héliogravées de la *Carte photographique du Ciel,* adressées par M. Felipe Valle, Directeur de l'Observatoire astronomique de Tacubaya (Mexique).

M. **Chr. Aurivillius**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Stockholm, annonce à l'Académie qu'une copie à l'huile du portrait de *René Descartes,* par M. David Beck, lui est offerte par l'Académie des Sciences de Stockholm et qu'elle arrivera prochainement à Paris.

L'Académie sera très heureuse de recevoir cet envoi.

ASTRONOMIE. — *Un nouvel Observatoire français*. Note de M. **Robert Jonckheere**, transmise par M. Wolf. (Extrait.)

J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie des Sciences que la France comptera sous peu un nouvel Observatoire astronomique.

Cet Observatoire, dénommé *Observatoire d'Hem,* du nom de la commune, est le plus boréal de notre pays; il se trouve à 8200^{m} dans la direction est-nord-est des fortifications de Lille.

Les travaux astronomiques pourront commencer avant la fin de l'année et consisteront en première ligne en mesures micrométriques de parallaxes, mouvements propres et étoiles doubles.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence des effluves sur la résistance d'isolement des isolateurs.* Note de M. F. **Nègre**, transmise par M. Lippmann.

On sait que la résistance d'isolement d'un isolateur est définie par la relation $R = \frac{V}{I}$, dans laquelle V représente la tension appliquée à la gorge de l'isolateur, sa ferrure étant à la tension zéro, et I l'intensité du courant qui va de la gorge de l'isolateur à la ferrure.

Le trajet de ce courant suivant surtout la surface de l'isolateur, on augmente la résistance de ce dernier en augmentant ses dimensions ainsi que le nombre de ses cloches.

En outre, pour avoir, aux tensions élevées, un isolateur capable d'empêcher une étincelle disruptive d'éclater entre la gorge de l'isolateur et le goujon qui le supporte, on constitue l'isolateur de plusieurs pièces, chacune d'elles formant cloche et étant soigneusement émaillée; cette subdivision permet en outre d'obtenir la porcelaine homogène et bien vitrifiée.

Mais, à partir d'une certaine tension, des effluves se forment entre les cloches et la ferrure. C'est l'influence de ces effluves sur la résistance d'isolement de l'isolateur que je me suis efforcé de rechercher. La méthode que j'ai employée est la méthode de la déviation.

L'un des pôles d'une machine de Wimshurst était relié à la gorge de l'isolateur étudié, dont la ferrure était reliée à l'autre pôle par l'intermédiaire d'un galvanomètre. La tension était mesurée au moyen d'un électromètre Bichat et Blondlot. Le galvanomètre était protégé, contre l'électrisation par influence due au voisinage de conducteurs à haute tension, par une enveloppe métallique reliée au sol.

Pour rendre les mesures comparables entre elles, je rapportais chacune d'elles à une tension déterminée. Par exemple, j'observais la déviation α_1 à la tension V_1 de l'ordre de 5000 ou de 10000 volts, puis la déviation α à la tension $V > V_1$, puis la déviation α_2 à la tension V_1, puis la déviation α' à la tension $V' > V$, et ainsi de suite, en encadrant chaque mesure à la tension $V^{(n)}$ entre deux mesures à la tension de comparaison V_1.

Je déterminais ainsi les rapports

$$\frac{2\alpha}{\alpha_1 + \alpha_2} = \rho, \qquad \frac{2\alpha'}{\alpha'_1 + \alpha'_2} = \rho', \qquad \ldots.$$

On a ainsi ρ en fonction de V; ρ est proportionnel à V tant que la résistance de l'isolateur est constante, puis croît avec la tension quand la résistance diminue.

1° Dans une première série d'expériences, j'ai étudié deux isolateurs en porcelaine : à simple cloche, diamètre $= 80^{mm}$, et à triple cloche, diamètre $= 110^{mm}$, tous deux secs et propres. La tension de comparaison a été 5500 volts.

2° Dans une deuxième série d'expériences, j'ai essayé divers isolateurs construits pour des tensions allant de 5000 volts à 50000 volts et de diamètres et de nombres de cloches différents; ces isolateurs étaient essayés secs et propres.

3° Dans une troisième série, j'ai étudié deux isolateurs américains : l'un type 50000 volts, diamètre = 352^{mm}; l'autre type 25000 volts, diamètre = 135^{mm}, dans divers états. Dans cette dernière série, la cloche supérieure des isolateurs essayés était noircie au moyen d'un dépôt de carbone obtenu en écrasant avec la cloche la flamme d'une bougie. La cloche supérieure était mouillée au moyen d'un vaporisateur. La tension de comparaison de ces deux dernières séries était de 12500 volts.

Comme conclusions de mes recherches, j'ai trouvé que pour tous les isolateurs la résistance d'isolement est constante jusqu'à une certaine valeur de la tension, que j'appellerai *tension critique* pour l'isolateur considéré.

La tension critique varie avec les dimensions, la forme et l'état de l'isolateur.

α. Elle est d'autant plus élevée :

1° Que les dimensions de l'isolateur sont plus grandes;

2° Que le diamètre de la cloche supérieure est plus grand;

3° Que l'isolateur est plus sec et plus propre.

Ainsi elle a varié depuis 11 000 volts pour l'isolateur simple cloche de la série I, jusqu'à 16 000 volts pour l'isolateur triple cloche de la même série, et 32 000 volts pour l'isolateur américain type 50 000 volts.

Le dépôt de carbone sur la cloche supérieure a fait baisser la tension critique de 32 000 à 20 000 volts pour l'isolateur américain type 50 000 volts, et de 20 000 à 16 000 volts pour l'isolateur type 25 000 volts.

Pour ces deux derniers isolateurs les gouttes d'eau de la cloche supérieure ont fait baisser la tension critique à 16 000 volts pour le premier et à 12 000 volts pour le second.

β. A partir de la tension critique, la résistance de l'isolateur décroît d'autant plus rapidement :

1° Que l'isolateur est plus sali ou plus mouillé;

2° Que le diamètre de la cloche supérieure est plus faible.

Ainsi, par exemple, dans le cas de l'isolateur américain type 25000 volts, j'ai obtenu pour ρ les valeurs suivantes :

Tension en volts.	Isolateur sec et propre.			Valeur qu'aurait prise ρ si la résistance était restée constante.
	sec et propre.	sec et noirci.	noirci et mouillé.	
12 500	1	1	1	1
16 000	1,28	1,28	2	1,28
20 000	2	2	3,6	1,6
25 000	4,2	4,2	28	2
30 000	7,6	7,8	66	2,4
35 000	9,4	16,4	106 (?)	2,8
40 000	20,8	38	»	3,2

En outre, j'ai observé que, à une tension suffisamment élevée, supérieure à 20 000 volts, les fines gouttelettes d'eau, dispersées sur la surface de la cloche supérieure d'un isolateur mouillé, se rassemblaient en grosses gouttes et se dirigeaient vers la périphérie de la cloche. Là, ces gouttes, suspendues au rebord de cette dernière, prenaient une forme conique de plus en plus pointue. Examinées dans l'obscurité, ces gouttes avaient leur pointe prolongée par des aigrettes lumineuses quand l'isolateur était à une tension positive et entourée d'une lueur de moindre étendue quand l'isolateur était à une tension négative.

De nombreux effluves se produisaient alors entre les gouttes et la ferrure, et la déviation du galvanomètre augmentait rapidement avec la tension : le courant qui passait dans le galvanomètre atteignait jusqu'à 20 et 30 fois le courant qui l'aurait traversé si la résistance de l'isolateur fût restée constante.

Les effluves ont paru être plus considérables quand l'isolateur était soumis à une tension positive que quand il était soumis à une tension négative, et il semble que les effluves dépendent surtout de la forme de la cloche supérieure et de son diamètre, et non du nombre des cloches.

Nous nous proposons de continuer ces recherches en courant alternatif à haute tension.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flamme du fer.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, transmise par M. Lippmann.

Dans une Note précédente, nous indiquions qu'il nous a été possible d'appliquer notre nouvelle méthode à l'étude du spectre fourni par la flamme de gaz divers [1].

Lorsque nous avons employé l'hydrogène, le chalumeau qui nous a servi de brûleur se compose essentiellement de deux tubes dont l'un aboutit en pointe au centre de la section terminale de l'autre. Sur ce tube extérieur, on en visse un troisième plus large qui a la forme d'un cône effilé de 5^{cm} à 6^{cm} de longueur et constitue la chambre où les gaz se mélangent avant d'être enflammés à l'orifice (de 1^{mm} de diamètre) situé au sommet du cône.

Dans le cas de la flamme oxhydrique, ayant fait éclater un arc entre des tiges de fer sur le trajet soit de l'oxygène, soit de l'hydrogène qui se rendaient au chalumeau (ou bien une étincelle sur le trajet de l'oxygène), nous avons obtenu un spectre qui reste identique à lui-même, mais présente des

---

[1] Hemsalech et de Watteville, *Comptes rendus,* t. CXLVI, 1908, p. 748.

différences très marquées avec celui que donne, dans la flamme du mélange de gaz d'éclairage et d'air, l'emploi du pulvérisateur de M. Gouy. On peut se rendre compte de ces différences sur la planche ci-jointe, qui représente une partie des deux spectres considérés, pris sur une même plaque à l'aide d'un prisme. Non seulement celles des raies qui sont communes aux deux spectres peuvent n'y pas avoir la même intensité relative, mais de plus on observe, à la hauteur du *cône intérieur* de la flamme du mélange de gaz et d'air, un *spectre supplémentaire* composé d'un grand nombre de raies, 500 environ, *qui font défaut dans la flamme oxhydrique* et qu'un temps de pose prolongé ne suffit d'ailleurs pas à faire apparaître.

Ne sachant à quelle cause attribuer ce spectre supplémentaire, nous avons recherché s'il dépendait de la nature de la combinaison saline où, lorsqu'on emploie la méthode du pulvérisateur, le fer se trouve engagé. Ayant pulvérisé successivement du perchlorure, du nitrate et de l'acétate de fer dissous, nous avons obtenu dans la flamme du gaz et de l'air des spectres toujours identiques à eux-mêmes, ne présentant que des variations générales d'intensité dues à la solubilité plus ou moins grande des sels employés. D'ailleurs, notre nouvelle méthode nous a permis d'envoyer dans les deux genres de flammes du fer au même état, provenant soit d'un arc, soit d'une étincelle, et de constater la même différence constante entre leurs spectres. Cette différence persiste si, dans chacune des deux flammes, on introduit le fer à l'état de perchlorure en faisant passer l'un des gaz qui les alimentent dans un tube chauffé contenant ce sel sec dont les vapeurs sont entraînées par le courant gazeux. Les différences observées sont donc indépendantes de l'état où se trouve le fer qui arrive dans la flamme; elles ne proviennent pas non plus de l'action individuelle de l'azote de l'air, ni de celle du carbone du gaz d'éclairage, car, avec le chalumeau oxhydrique, la substitution de l'air à l'oxygène ou bien la carburation de l'hydrogène à l'aide d'alcool méthylique n'apportent pas de changement au spectre du fer.

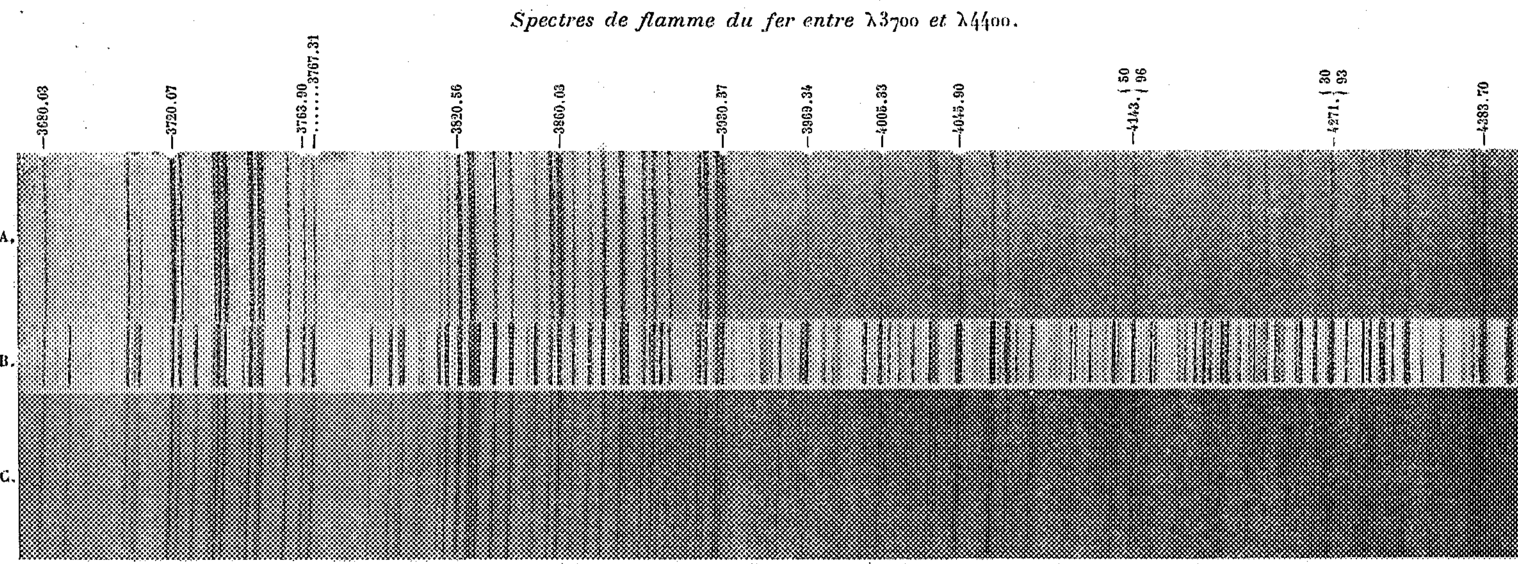
Dans le cas de la flamme du gaz d'éclairage alimentée par de l'oxygène, le spectre supplémentaire qui se trouve uniquement à la base du cône intérieur est réduit à un très petit nombre de raies.

Le Tableau suivant résume les faits observés, en indiquant la présence ou l'absence du spectre supplémentaire :

	Air-gaz.	Oxygène-gaz.	Air-hydrogène.	Oxygène-hydrogène.
Fe^2Cl^6	Présent	Présent en partie	Absent	Absent
Arc au fer.........	Présent	Présent en partie	»	Absent
Étincelle du fer....	Présent	»	»	Absent

Dans la région du spectre comprise entre les longueurs d'onde λ 2250 et λ 5000 environ, le nombre des raies du spectre du fer obtenues est à peu

Spectres de flamme du fer entre λ3700 et λ4400.



A. Chalumeau oxhydrique. Étincelle du fer dans l'oxygène. — Pose : 1 heure.
B. Spectre de comparaison. Étincelle de self-induction du fer.
C. Méthode du pulvérisateur. Perchlorure de fer dissous. — Pose : 2 heures.

près de 750 avec le gaz et l'air, 250 avec le gaz et l'oxygène, et 210 avec l'hydrogène et l'oxygène.

Toutes les raies du fer qui apparaissent dans le chalumeau oxhydrique se voient aussi dans la flamme de gaz d'éclairage et d'air, où la plupart d'entre elles sont émises par la flamme sur toute sa hauteur.

Pour expliquer la production des raies qui ne sont pas communes aux divers spectres que nous avons étudiés, on ne peut invoquer que des actions chimiques difficiles à interpréter. On constate par contre, dans tous ces spectres de flamme, la présence d'un certain nombre de raies, 80 environ, qui ne sont pas beaucoup affectées par la nature des sources qui les émettent : elles ont des intensités relatives peu différentes dans l'arc et dans l'étincelle (de capacité et de self-induction). Ce sont probablement des raies fondamentales du fer qui apparaissent très facilement, sans action autre que celle de la température, et ce sont les mêmes raies qu'on retrouve dans les étoiles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le pouvoir réducteur des ferropyrophosphates.* Note de M. P. PASCAL, présentée par M. Gernez.

Les ferropyrophosphates, dont j'ai signalé l'existence (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1908, p. 233) dérivent d'un acide complexe extrêmement instable, de formule $Fe^2(P^2O^7)^3H^8$, dans lequel le fer est bivalent. J'ai pensé que cette propriété, jointe à la réaction alcaline de leurs solutions, devait en faire de bons réducteurs, d'autant plus que M. Job (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XX) avait déjà, dans l'étude des oxydes du cérium, employé des solutions réductrices analogues, obtenues par mélange de sulfate ferreux avec un excès de pyrophosphate de sodium.

Dans les recherches que je vais décrire partiellement aujourd'hui, j'ai utilisé des solutions limpides de pyrophosphate ferreux dans le pyrophosphate de soude, contenant par litre soit $\frac{1}{100}$, soit $\frac{1}{20}$ de molécule-gramme du ferropyrophosphate $Fe^2(P^2O^7)^3Na^8$ ou $Fe^2(P^2O^7)^3K^8$, rendu stable par un très petit excès de pyrophosphate de sodium.

Réduction des sels des métaux précieux. — Les ferropyrophosphates en solution concentrée ou étendue réduisent instantanément, même à froid, les solutions des sels d'or, d'argent, mais restent sans effet sur les sels de platine, même à l'ébullition.

Quand on opère en solution étendue, avec une faible quantité du métal précieux, celui-ci reste à l'état de solution colloïdale, bleue ou bleu violacé pour l'or, rouge our l'argent. En solution plus concentrée, ou en présence d'une quantité notable

d'argent ou d'or, il y a coagulation plus ou moins rapide, et précipitation d'un métal très légèrement impur.

Ces solutions colloïdales sont beaucoup plus stables, beaucoup plus foncées que celles qu'on obtient avec les sels ferreux non organiques; leur coloration permet de déceler facilement $\frac{1}{100}$ de milligramme de métal dans 1^{cm^3} de solution. On peut les utiliser pour le dosage colorimétrique de l'or et de l'argent, moyennant certaines précautions sur lesquelles je reviendrai.

Réduction des sels de mercure. — Les ferropyrophosphates alcalins réduisent en quelques minutes à froid et instantanément à chaud une solution de chlorure mercurique. Il se forme d'abord du chlorure mercureux, puis, en présence d'un excès de réducteur, du mercure en poudre noire. Il est même difficile de ne pas dépasser le premier terme de la réduction quand on emploie une solution concentrée ou chaude de ferropyrophosphate.

La solution contient finalement du ferripyrophosphate, de sorte que la formation de chlorure mercureux peut se représenter par la formule

$$Fe^2(P^2O^7)^3Na^8 + 2\,Hg\,Cl^2 = Fe^2(P^2O^7)^3Na^6 + 2\,Hg\,Cl + 2\,Na\,Cl.$$

Quand on opère avec une faible quantité de chlorure mercurique et une solution réductrice peu concentrée, le précipité de chlorure mercureux formé au début disparaît en donnant une solution très nettement colloïdale de mercure, qui paraît marron par transparence et grise par réflexion. Cette solution, stable à chaud, ne précipite que très lentement le mercure qu'elle contient.

Réduction des sels de cuivre. — Les ferropyrophosphates, comme les sels ferreux, après addition d'iodure ou de bromure alcalin, précipitent les sels de cuivre à l'état d'iodure ou de bromure cuivreux; comme les sels ferreux encore, ils réduisent les solutions alcalines de cuivre: liqueur de Fehling, solution de carbonate double de cuivre et sodium.

Dans ces réductions, on observe d'abord un précipité d'hydrate d'oxyde cuivreux, jaune, qui se souille, par un excès de cuivre, d'un mélange de ferro- et ferripyrophosphate de cuivre, en prenant une teinte vert marron.

Cependant, au contraire des sels ferreux, les ferropyrophosphates peuvent réduire les sels de cuivre en solution neutre ou faiblement acide. Ainsi, en versant peu à peu une solution de sulfate de cuivre dans une solution de ferropyrophosphate alcalin, on obtient d'abord un précipité bleuâtre de sel de cuivre qui jaunit rapidement en se redissolvant. La solution, devenue acide, présente alors très fortement l'aspect colloïdal; elle est jaune par transparence, verte par réflexion, et contient de l'hydrate cuivreux qu'un excès de sel de cuivre précipite en grains très fins, très difficiles à retenir sur un filtre et à laver sans entraînement.

La solution acide contient un ferripyrophosphate, ce qui permet d'écrire la réaction de la façon suivante :

$$Fe^2(P^2O^7)^3Na^8 + 2\,SO^4Cu + H^2O = Cu^2O + Fe^2(P^2O^7)^3Na^6 + 2\,SO^4H\,Na.$$

La production de la solution colloïdale d'hydrate cuivreux constitue un caractère très net des sels de cuivre, d'une sensibilité comparable à celle des solutions colloïdales

d'or et d'argent, c'est-à-dire bien supérieure à la production d'eau céleste par l'ammoniaque.

Dans certaines circonstances, que je cherche en ce moment à préciser, la couleur jaune du précipité devient plus foncée peu à peu au contact d'un excès du liquide réducteur, et il contenait au bout de quelques jours un peu de cuivre métallique. Plusieurs fois même, en opérant la réduction à 100°, j'ai obtenu une métallisation des vases de verre qui servaient aux opérations.

Je continue cette étude et l'étends aux corps organiques; mais, dès à présent, il me semble démontré que les ferropyrophosphates sont doués de propriétés réductrices particulièrement énergiques et que, dans les réactions de réduction observées, il y a toujours tendance à la production de solutions colloïdales, stables et très fortement colorées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la combustion sans flamme et sur son application à l'éclairage par les manchons incandescents.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

L'étude de la combustion sans flamme a une application pratique extrêmement importante, celle de l'éclairage par les manchons Auer. Quand les manchons deviennent incandescents, la flamme qui a servi à les allumer disparaît, et inversement, si la flamme reparaît, l'incandescence diminue considérablement d'intensité. Pour expliquer le phénomène au point de vue chimique, il faut recourir à l'explication du mécanisme de la combustion sans flamme que j'ai exposé dans mes Notes précédentes (p. 539 et 757). Les manchons sont constitués par des oxydes très réfractaires mis sous une forme ténue, et M. Auer lui-même a constaté que le rendement était d'autant meilleur que la forme était plus déliée. Il y a lieu de comparer le phénomène d'incandescence que j'obtiens si simplement en approchant de la flamme d'une bougie les cendres d'un bois d'allumette. Ces cendres sont d'abord formées par un faisceau de fibres extrêmement fines provenant du faisceau ligneux (1) : quand on les approche de la flamme et qu'elles deviennent incandescentes, la température est alors tellement élevée qu'elles se frittent et prennent de la consistance. Leur température n'est pas celle

(1) Les fibres organiques du bois étant très rapprochées, les mouvements extérieurs de l'air ne peuvent suffire à faire pénétrer dans leur faisceau l'oxygène nécessaire pour qu'elles se consument, car les gaz se meuvent difficilement dans les espaces étroits comme, par exemple, celui laissé entre le piston et le corps de pompe d'une machine pneumatique (Deleuil). Il faut donc admettre l'attraction de l'oxygène.

de la flamme et encore moins celle de la couche gazeuse qui l'environne à 2^{mm} ou 3^{mm} de distance : elle est de beaucoup supérieure, personne ne le contestera. Or comment expliquer cet énorme accroissement de température, à moins d'admettre qu'il s'est formé sur les cendres incandescentes un foyer de combustion locale des gaz par suite de l'attraction de l'oxygène. Que l'on compare à l'éclat dont je parle celui du chalumeau alimenté par l'oxygène et par le gaz d'éclairage; ces éclats sont analogues et rien n'empêche de supposer que, quand l'incandescence est très vive, l'oxygène est attiré avec une telle énergie qu'il se sépare de l'azote et arrive presque pur au foyer de combustion.

Il est facile de démontrer que la flamme du gaz devient éclairante par un mécanisme semblable. J'allume un bec de Bunsen ordinaire de manière qu'il brûle complètement bleu; au moyen de l'appareil décrit et figuré au Tome CXLV, page 622, j'analyse le mélange à l'intérieur de la flamme; la proportion de gaz est toujours de 32 pour 100 sensiblement; or, cette proportion est la limite supérieure d'inflammabilité du gaz. Quand la proportion est plus considérable, l'*excès de carbone* ne s'enflamme pas immédiatement et chaque particule excédante devient un foyer de combustion en s'entourant d'une atmosphère d'oxygène; l'incandescence est d'autant plus vive que l'oxygène est plus pur. Quand l'oxygène est insuffisant pour que le phénomène se produise, la flamme devient fuligineuse.

Les différents oxydes ou les mélanges d'oxydes n'agissent pas tous sur l'oxygène avec la même force et produisent l'incandescence à des degrés variables. Cela est un caractère spécifique constaté que je ne puis expliquer. L'oxyde de fer, par exemple, avec lequel on marque les manchons Auer, demeure simplement rouge et tranche sur le reste du manchon qui est éblouissant. Sa température n'est pas la même. MM. Le Chatelier et Boudouard ont publié à ce sujet en 1898 (t. CXXVI, p. 1862) des mesures très significatives. En plaçant en un même point de la flamme d'un brûleur Bunsen la soudure d'un couple thermo-électrique, aplatie en un disque de $1^{mm},5$ de diamètre et recouverte de platine ou de différents oxydes, ils ont trouvé des températures d'incandescence qui varient de 300°.

L'éclat de l'incandescence est donc lié à la température par le mécanisme simple que je viens d'exposer, et il n'est pas nécessaire de recourir à l'explication que M. Auer a donnée comme possible (*Journal für Gasbeleuchtung*, 1901, p. 661). « L'incandescence se produirait, dit-il, par une succession extrêmement rapide de réductions et d'oxydations d'un des oxydes du mélange, qui auraient lieu plusieurs millions de fois à la seconde. » La réduction, dans ces conditions, est impossible à admettre et l'hypothèse précédente n'est plus nécessaire, une fois établi le mécanisme de la combustion par incandescence.

La combustion par incandescence abaisse considérablement la limite infé-

rieure d'inflammabilité obtenue par les flammes. J'ai fait une expérience caractéristique à ce sujet. Je baisse la flamme d'un bec Auer de façon que l'œil ne soit pas ébloui; puis, au moyen de l'appareil ci-dessus indiqué, j'envoie sur le manchon un jet d'air contenant des proportions déterminées de gaz d'éclairage. Le mélange à 10 pour 100 qui est celui de la limite inférieure d'inflammabilité produit un accroissement considérable de l'incandescence, des proportions de gaz inférieures accroissent de même l'incandescence, et pour la proportion de 5 pour 100 l'accroissement est encore très net. Si, au contraire, de l'air pur est projeté, il se forme une bande obscure sur la partie incandescente du manchon. Les becs Auer sont actuellement munis d'enveloppes de verre transparent ou opalin, portant des trous vis-à-vis de la base du manchon; ces orifices favorisent l'éclairement en augmentant l'incandescence: l'air, se chargeant du gaz non brûlé, le renvoie sur le manchon par un mécanisme analogue à celui de mon expérience.

L'abaissement de la limite de combustion des gaz pourra donner lieu sans doute à d'autres applications industrielles, en dehors même de celles de l'éclairage.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une démonstration de la règle des phases de Gibbs.* Note de M. **J.-A. Muller**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note publiée en 1904 dans les *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 621, M. C. Raveau a donné une démonstration de la règle des phases de Gibbs, en dehors de toute considération des principes de la Thermodynamique [1].

Il me semble que la marche suivante permet d'arriver plus simplement au même but et qu'elle a, en outre, l'avantage de montrer comment un système atteint un état d'équilibre stable.

Ce qui permet à un système d'arriver à l'équilibre, à une pression et à une température déterminées, c'est uniquement le passage des corps qui le composent à travers les surfaces de séparation des différentes masses homogènes, c'est-à-dire des phases du

---

[1] Les principales démonstrations de la règle des phases qui ont été données en France sont celles de M. H. Le Chatelier (*Revue générale des Sciences*, année 1899, p. 759) et celle de M. Perrin, dans son *Traité de Chimie physique: Les principes*, p. 265.

système. Toutes choses égales d'ailleurs, l'état d'équilibre est d'autant plus vite atteint que ces surfaces sont plus grandes, c'est-à-dire que les phases sont plus divisées. C'est ainsi qu'on met rapidement en équilibre, en l'agitant, un système composé de liquides, ou bien de liquides et de gaz ou de vapeurs. Mais l'état final d'équilibre est indépendant de la masse des phases, ainsi que de l'étendue et, dans les limites où l'on peut négliger les actions capillaires, de la forme de leurs surfaces de séparation.

Pratiquement, les systèmes dont il s'agit sont des liquides en suspension les uns dans les autres, ou bien superposés les uns aux autres et surmontés ou non d'une atmosphère gazeuse; ces systèmes peuvent également comprendre des corps solides baignés par les liquides ou plongés dans les gaz.

Soit donc un système composé de n corps indépendants partagés en φ phases. Ces φ phases ne sauraient être séparées les unes des autres par moins de $\varphi - 1$ surfaces de séparation et, d'après ce qui précède, on peut toujours supposer qu'il en soit ainsi. Considérons alors, en particulier, une des phases du système séparée d'une seule phase contiguë : la masse m d'un des composants qui peut passer, par unité de surface et dans l'unité de temps, de la phase considérée dans l'autre, est une certaine fonction de la pression, de la température et de la composition des phases contiguës. Il en est de même pour le passage de la masse m' du même corps, dans le sens inverse, à travers la même surface de séparation. Pour que la richesse en le corps considéré dans la phase choisie ne varie plus, ou encore pour que l'une des phases ne disparaisse pas complètement au détriment de l'autre, ce qui changerait la nature du système, il faut et il suffit qu'on ait

$$m = m'.$$

On aura ainsi, pour chaque surface de séparation et pour chaque corps du système, une équation analogue, soit en tout $n(\varphi - 1)$ équations d'équilibre.

Si maintenant a_i, b_i, ..., s_i désignent les masses des différents corps dans l'unité de masse de l'une des phases, on aura évidemment

$$a_i + b_i + \ldots + s_i = 1.$$

Les φ phases du système fourniront donc φ équations semblables.

Enfin, si M_1, M_2, ..., M_φ désignent les masses des différentes phases du système, p_1, p_2, ..., p_φ les masses, par unité de masse des phases, d'un même corps dont la masse totale, dans le système, est égale à p, on aura nécessairement la relation

$$p_1 M_1 + p_2 M_2 + \ldots + p_\varphi M_\varphi = p.$$

Les n corps indépendants du système donneront n équations analogues.

Les variables pouvant influer sur l'équilibre du système sont, outre la pression et la température considérées comme seules variables d'ordre physique, les n masses des corps indépendants qui le composent et les $n\varphi$ masses de ces corps, par unité de masse des différentes phases. Quant aux masses de ces dernières, elles sont arbitraires et l'équilibre n'est pas troublé quand on les fait varier; cet équilibre, en effet, est uniquement atteint par les échanges qui se font entre les surfaces de séparation des différentes phases, quelles que soient d'ailleurs les grandeurs des masses échangées.

Nous avons ainsi, en somme, $2 + n + n\varphi$ variables et, entre ces variables, $n(\varphi - 1) + \varphi + n$, soit $n\varphi + \varphi$ équations : le nombre des variables indépendantes que comporte le système considéré, autrement dit le degré de liberté ou la variance du système, est donc égal à

$$V = 2 + n + n\varphi - n\varphi - \varphi = n + 2 - \varphi.$$

Quand la variance est nulle, le système est à liaisons complètes.

MÉTALLURGIE. — *Sur l'origine des laminoirs*. Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. Bertin. (Extrait.)

Le banc à étirer du XVII[e] siècle qui se trouve au Musée de Cluny est accompagné d'un accessoire curieux. Sur l'une des filières destinées à l'étirage de petits fers profilés, la mâchoire plane, dont la seconde mâchoire se rapproche après chaque opération, est remplacée par un petit cylindre tournant sur deux tourillons.

Ce n'est sans doute pas un laminoir proprement dit, mais un acheminement vers le laminoir.

CHIRURGIE. — *Le progrès de la Chirurgie moderne jugé par une statistique de résections du genou*. Note de M. **Lucas-Championnière**, présentée par M. Guyon.

Peut-on juger de la métamorphose de la Chirurgie de ces quarante dernières années par une statistique récente ou par l'étude des opérations nouvelles?

Pour les opérations nouvelles, on ne peut comparer un état actuel et un état ancien puisque autrefois elles n'existaient pas. Puis la plupart des opérations nouvelles, opérations viscérales, se font sur des organes peu sensibles à la septicité, ou du moins sensibles seulement à des organismes très septiques relativement faciles à écarter par les précautions ordinaires de propreté. Leur succès actuel dépend du perfectionnement de technique et de la propreté plus que du progrès fait par l'ensemble des méthodes chirurgicales de traitement.

Il est plus intéressant de comparer les deux états d'une opération pratiquée avant l'ère antiseptique et depuis.

La résection du genou, qui enlève toutes les parties constituantes de l'articulation du genou, apporte le meilleur criterium du progrès chirurgical moderne.

Elle est faite sur la plus grande articulation constituant une région d'une sensibilité telle à la septicémie qu'aucune autre région n'en a de plus vive.

Les opérations les plus minimes faites sans précautions spéciales (ponction) conduisaient souvent aux désastres. Une grande opération comme la résection comportait d'effrayantes mortalités.

Les partisans de cette opération groupant les meilleurs chiffres, les meilleurs succès de l'étranger, trouvaient encore des chiffres de 35 et 36 pour 100 de morts, chiffres qu'ils considéraient comme faibles et encourageants.

En France, en réunissant les cas heureux, on arrivait à 57 pour 100.

Les opérations des hôpitaux de Paris avaient à peu près toutes échoué. Les chiffres réels variaient de 80 à 90 pour 100 de mortalité. L'utilité même des rares succès était contestable.

Pour les enfants qui avaient le moins de mortalité, l'opération était à peu près sans résultat utile. Les adultes qui n'étaient pas morts, conservant souvent des fistules, menaient une vie de misérables infirmes. Après des mois et des années, leur membre inférieur était inutilisable.

Ollier, qui a tant fait pour les résections, estimait qu'on ne devait faire la résection du genou que sur des sujets assurés de la possibilité de longs mois de traitement hygiénique, sans quoi il valait mieux amputer.

Il ne modifia cette opinion que plus tard, lorsque nous avions inauguré de nouveaux modes de pansement.

Enfin le nombre des opérations de chaque opérateur était misérable et, pour constituer une statistique, il fallait réunir celles de plusieurs chirurgiens.

En opposition, voici mes résultats pour cette opération, d'autant plus intéressants que j'ai dû, pour les faire par les méthodes nouvelles, constituer une technique personnelle après des tâtonnements dangereux.

De 1880 à 1907, j'ai fait 136 résections du genou.

Jusqu'à ma cent-trente-troisième opération je pouvais croire que je n'aurais aucune mortalité, car je n'avais vu aucun cas de mort par suite de l'opération.

Parmi les sujets à très mauvais état général que j'avais suivis, je n'avais vu la mort qu'après 5 mois, 6 mois, 2 ans, 10 ans, tout à fait indépendante de l'opération.

J'ai perdu le cent-trente-troisième opéré, 36 heures après l'opération, de délire alcoolique.

J'avais hésité à l'opérer. On m'avait caché que c'était un absinthique. J'appris après sa mort qu'il prenait chaque jour 5 ou 6 absinthes.

Même en tenant compte de ce décès je n'avais eu que 0,76 pour 100 de mort au lieu de 36 pour 100, la statistique la plus favorable jusque-là.

A part une fois dans mes essais du début (*troisième opération*), je n'ai jamais vu de suppuration secondaire sauf les cas de récidive, c'est-à-dire les cas dans lesquels il avait été impossible d'enlever tout le foyer de tuberculose.

Ce troisième cas guérit rapidement par amputation.

Plus tard j'ai fait plusieurs amputations secondaires (8) parce que, très encouragé par mes succès, j'appliquais la résection à ces cas pour lesquels tout autre chirurgien eût fait d'emblée l'amputation de la cuisse.

Cela m'a permis, pour quelques-uns, de conserver le membre chez des sujets pour lesquels ce succès était tout à fait imprévu.

Je n'ai jamais vu le retour de la tuberculose à longue échéance pour mes opérés guéris.

Le fait le plus remarquable que je puisse citer c'est l'absence absolue des fistules dues à des suppurations postopératoires.

Je n'en ai vu qu'un cas dû à une faute de pansement et par une nouvelle opération j'ai guéri la malade que j'ai suivie pendant plusieurs années.

J'ai revu un très grand nombre de mes opérés après 25, 15, 18, 14 ans, etc. Tous marchaient bien, avec un membre plus court et même j'en ai vu faire de véritables tours de force. Tel cet homme que j'ai revu 10 ans après son opération. Colporteur il reprit son métier peu de mois après son opération et son premier voyage à pied fut de 75^{km}.

L'influence de ces opérations qui enlèvent un gros foyer de tuberculose a souvent été de permettre la guérison d'autres foyers, même de foyers pulmonaires. J'en ai plusieurs exemples.

On peut se faire une idée de la simplicité des suites locales pour tous les sujets sans exception en remarquant que toutes ces opérations comportent

deux sutures osseuses doubles de gros fils d'argent. Je n'ai jamais eu occasion de retirer un de ces fils et n'ai vu dans aucun cas une *élimination de fil*.

Toutes mes opérations ont été faites en suivant la méthode de Lister, sans avoir aucun recours aux méthodes dites *aseptiques*, dans des salles hospitalières communes au milieu des suppurants et des sujets infectés venus du dehors. Je n'ai jamais utilisé une salle dite *aseptique*.

On peut conclure de cette série de résections du genou, l'une des plus nombreuses qu'un seul chirurgien ait réunie en aucun pays, que cette opération autrefois si meurtrière est, grâce à la Chirurgie moderne, d'une bénignité absolue.

De semblables résultats, comparés à ceux de la Chirurgie d'autrefois montrent le chemin parcouru; ils prouvent que la sécurité opératoire absolue peut être réalisée par les antiseptiques.

ZOOLOGIE. — *Sur la structure et le réseau trachéen des canaux excréteurs des reins de* Machilis maritima *Leach*. Note de M. **L. Bruntz**, présentée par M. Yves Delage.

Les *reins* des Thysanoures sont pairs et constitués chacun par un *saccule* communiquant avec un *labyrinthe*. Au labyrinthe de chaque rein fait suite un *canal excréteur*. Les deux canaux excréteurs, d'abord isolés, se réunissent ensuite pour former un conduit unique débouchant au dehors à la base et au-dessus de la lèvre inférieure.

Chez *Machilis maritima* (¹), la région d'abouchement du labyrinthe avec le canal excréteur est rétrécie, étranglée et forme un court canal à structure spéciale, que j'appellerai le *collet*.

Au point de vue histologique, le collet est constitué par un épithélium dont les cellules font suite à celles du labyrinthe, d'une part, et à celles du canal excréteur, d'autre part. Elles sont basses (10^{μ}), munies chacune d'un gros noyau (7^{μ}), et le toit cellulaire est recouvert par une mince couche de chitine en continuation avec celle que revêt le canal excréteur proprement dit. Chaque collet est rattaché aux téguments par un paquet de fibrilles d'origine épidermique, qui forme une sorte de boucle autour de ce canal.

(¹) Du laboratoire maritime de Roscoff.

Les canaux excréteurs présentent la même structure dans leurs portions paire et impaire. Ces canaux sont formés par un épithélium très haut (environ 40^{μ}), qui paraît dériver d'une invagination de l'épiderme. Chaque cellule fait saillie dans la lumière du canal, de sorte que sa cavité, très spacieuse, est hérissée de nombreuses petites proéminences plus ou moins régulières. Au sommet de ces dernières, contrairement à l'opinion de Becker (1898), je n'ai pas vu, malgré une recherche attentive, d'orifice excréteur correspondant à un canalicule intracellulaire.

Intérieurement, le canal est limité par une couche de chitine continue avec celle des téguments.

Les membranes cellulaires sont fines et peu apparentes, en raison de la structure même du cytoplasme.

Chaque cellule est pourvue généralement d'un gros noyau (10^{μ}); rarement il en existe deux qui, dans ce cas, sont accolés. Ils sont ovoïdes, quelquefois légèrement déformés et pourvus d'un nucléole plasmatique.

La structure du cytoplasme est fibrillaire et réticulée. Les fibrilles forment des mailles serrées s'étendant depuis la base des cellules jusqu'aux deux tiers environ de leur hauteur. Dans la portion supérieure, les mailles sont lâches et délimitent de grandes lacunes.

C'est dans cette partie du corps cellulaire que les noyaux sont placés, ils s'avancent même souvent sous les élevures du toit cellulaire.

Dans la région des mailles serrées, les fibrilles sont épaissies et formées d'un cytoplasme condensé jouant le rôle de formations de soutien. Ce sont des tonofibrilles, électivement colorables par les laques d'hématoxyline ferrique et cuivrique. Elles sont anastomosées et, sur des coupes, les points d'anastomose, très visibles, peuvent laisser croire que ces fibrilles sont constituées par des granules disposés en série.

Les trachées présentent des rapports remarquables avec les cellules épithéliales des canaux excréteurs.

On sait que les dernières ramifications des trachées ou trachéoles sont intracellulaires (1). Ces trachéoles peuvent se terminer dans une grosse cellule trachéenne appelée *cellule terminale* ou s'anastomoser avec les trachéoles des cellules voisines pour former un réseau terminal comparable au réseau des capillaires sanguins des Vertébrés.

---

(1) Wistinghausen (1890), Holmgren (1896), Pantel (1898), Prenant (1900), Bongardt (1903), Townsend (1904), etc.

Si les trachéoles pénètrent quelquefois dans les cellules (¹) des organes où elles se rendent, souvent aussi elles forment un réseau qui les enserrent sans les traverser.

En ce qui concerne les canaux excréteurs des reins, on constate, sur des coupes, que la face inférieure de l'épithélium est tapissée par un riche réseau trachéen. On retrouve aussi, dans l'épithélium, de fines trachéoles s'élevant jusqu'à la hauteur des noyaux. Or, j'ai pu m'assurer que ces trachéoles ne sont pas intracellulaires, mais toujours disposées entre deux cellules voisines. Elles ne se terminent pas dans l'épithélium, mais décrivent des boucles pouvant se ramifier et s'anastomoser en enserrant les cellules.

Il est remarquable de rencontrer, dans l'épithélium des canaux excréteurs, un réseau trachéen aussi développé et une aussi grande différenciation du cytoplasme que celle présentée par les cellules constitutives, car ces cellules sont de simples cellules de revêtement qui ne paraissent pas posséder de rôle glandulaire.

GÉOLOGIE. — *Sur le Sénonien et l'Éocène de la bordure nord de l'Atlas marocain.* Note de M. **A. Brives.**

J'ai indiqué dans une publication antérieure (²) que l'Eocène formait une bande continue à la bordure nord de l'Atlas, depuis les Neknafa jusqu'à l'Oued Iminzat (Mesfioua). Cette zone, constituée par des argiles blanches ou bleues, surmontées de Marnes et de Calcaires à silex, correspond au Suessonien d'Algérie. L'identité de facies, la présence de *Thersitea*, la continuité avec les couches à Nummulites de Chichaoua, ne laissent aucun doute à cet égard.

Cependant la présence de fossiles du Crétacé supérieur, signalés dans les Neknafa par M. Lemoine, avait amené une confusion, et l'existence de l'Eocène ne paraissait pas suffisamment caractérisée.

J'ai eu l'occasion, au cours de mon dernier voyage (novembre 1906-juillet 1907), de parcourir, à deux reprises différentes, le Neknafa et la bordure de l'Atlas. Les documents paléontologiques que j'ai recueillis me

---

(¹) Heinemann (1872), Kupffer (1873), Faussek (1887), Kölliker (1889), Leydig (1885), Cajal (1888), Pétrunkewitsch (1900), etc.

(²) A. Brives, *Comptes rendus*, février 1905.

permettent de préciser les données antérieures. Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

1° Les couches à silex forment une bande étroite absolument continue sur toute la bordure de la chaîne et présentent toujours la même composition lithologique.

2° Ces couches se relient à celles du Djebel Tilda (Chichaoua), qui sont par conséquent du même âge.

3° Elles renferment une faune abondante de *Turritella*, de *Cerithium*, de bivalves. Les fossiles caractéristiques sont l'*Ostrea strictiplicata* Raulin et deux formes de *Thersitea* absolument semblables à celles qui ont été rencontrées par M. Joleaud, au-dessus des couches à phosphates dans l'est de l'Algérie.

4° Un niveau phosphaté existe au flanc du plateau du Guergouri (sud de Marrakech) et contient *Ostrea strictiplicata*.

5° La discordance sur le Crétacé est générale ainsi que la transgression sur les terrains plus anciens. Les couches reposent sur les terrains primaires à Amizmiz; sur le Trias gypseux dans les collines des Mesfioua, à Atchliz (Ourika); à Aguergour; sur le Cénomamien à Imintanout; sur le Turonien au sud de Bou Rikki; sur le Sénonien dans les Aït Zelten (Mtouga).

L'âge éocène inférieur de ces assises paraît donc définitivement acquis.

Le Sénonien n'avait pas encore été signalé, au moins d'une façon précise dans ces régions. M. Lemoine [1] avait indiqué de Bou Rikki et des Aït Biot quelques fossiles qui pouvaient faire supposer son existence, mais les couches qui les renfermaient avaient été confondues avec celles de l'Eocène inférieur.

Aux Aït Biot, le long de l'Oued Igrounzar, sur le chemin de Mogador à Tiggi (Dar el Mtougui), on peut observer, en concordance parfaite avec les calcaires à *Astarte Seguenzæ* Peron, dont l'âge turonien est incontestable en Algérie d'après l'opinion de M. Peron, une épaisseur de 40^{m} environ de Marnes blanches et de Calcaires marneux à rognons siliceux. Ces couches renferment une faune abondante de *Lucina*, de *Cytherea*, d'*Astarte*. J'ai eu la bonne fortune de rencontrer, dans les bancs les plus inférieurs, *Mortoniceras texanum* F. Römer, aux environs du marabout Si Ahmed ben Amar, sur le chemin de Tiggi.

Cette ammonite caractérise le Santonien inférieur des Charentes; elle a été retrouvée au même niveau en Tunisie et dans l'est de l'Algérie; il m'a paru intéressant de signaler son existence dans le Maroc occidental.

Le Sénonien ainsi caractérisé forme l'axe d'un synclinal dirigé Nord-Est-

(1) LEMOINE, *Mission dans le Maroc occidental* (*Bull. Comité du Maroc*, 1905).

Sud-Ouest, j'ai pu suivre ses affleurements sur près de 25^{km} chez les Aït Zelten.

En résumé, il existe, dans cette région de l'Ouest marocain, deux niveaux bien définis de Calcaires à silex, l'un appartenant au Santonien, l'autre à l'Eocène inférieur.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un appareil fanonculaire de* Cetorhinus *trouvé à l'état fossile dans le Pliocène d'Anvers*. Note [1] de M. **Maurice Leriche**, présentée par M. Ch. Barrois.

Le genre *Cetorhinus* de Blainville (= *Selache* Cuvier), qui comprend les plus grands Squales actuels, vit dans l'océan Arctique; il est surtout cantonné dans la mer du Groenland et au nord de l'Islande et de la Norvège. Il s'aventure cependant assez souvent dans des régions plus tempérées : dans la partie américaine de l'Atlantique septentrional, dans les parages des Orcades et sur les côtes d'Irlande et de Norvège. Enfin, un très petit nombre d'individus, presque toujours isolés, ont été capturés sur les côtes du Danemark, d'Angleterre, de France, du Portugal et même, après avoir franchi le détroit de Gibraltar, sur les côtes de l'Italie.

L'un des principaux caractères du genre *Cethorinus* est d'avoir ses arcs hyoïdien et branchiaux garnis de petits appendices très déprimés, rappelant les fanons de la Baleine et ayant la forme d'une crosse dont la partie recourbée serait très élargie. Ces fanoncules ont été observés par la plupart des naturalistes (Gunner, Low, Pennant, Mitchell, Foulis, Cornish) qui eurent l'occasion d'étudier les individus capturés sur les côtes européennes. Allmann fut le premier à décrire, d'une façon précise, l'appareil fanonculaire de *Cetorhinus*. Plus tard et successivement, de Brito Capello, Pavesi, Wright, P. et H. Gervais donnèrent des descriptions détaillées de cet appareil.

De ces descriptions et, en particulier, de celle de Pavesi il résulte que les fanoncules sont placés les uns derrière les autres et insérés, par le bord externe de leur partie recourbée, vers le milieu des arcs, de telle sorte qu'ils cachent la partie interne de ceux-ci et laissent à découvert la partie externe qui supporte les branchies. Ils sont disposés en une seule rangée sur la

(1) Présentée dans la séance du 23 mars 1908.

face postérieure de l'hyomandibulaire et de l'hyoïdeum, en deux rangées sur chacun des quatre arcs branchiaux suivants (une rangée sur chacune des faces antérieure et postérieure de ces arcs), en une rangée unique sur la face externe des pharyngiens inférieurs. Ces diverses rangées de fanoncules sont, d'un même côté, reliées entre elles par des fanoncules plus petits.

Le rôle de ces fanoncules est d'intercepter le plankton nourricier contenu dans l'eau respiratoire. Ils ont ainsi la signification physiologique des fanons des Cétacés mysticètes et des branchiospines de certains Téléostomes (*Alosa, Polyodon*) [1].

En 1867, Hannover, qui ignorait les travaux déjà parus sur *Cetorhinus*, attira l'attention sur des corps dont la provenance était inconnue et qu'il avait rencontrés dans divers musées européens. Ces corps étaient formés de rayons semi-lunaires à la base et rappelant de *jeunes fanons de Baleine*. De l'étude microscopique qu'il fit de ces rayons Hannover conclut que leur structure histologique était identique à celle des boucles de *Raja batis* et qu'ils appartenaient à une Raie inconnue et peut-être éteinte.

Peu de temps après, P.-J. van Beneden signala, à l'état fossile, dans le Crag d'Anvers, des rayons isolés analogues à ceux que venait de décrire Hannover. Il rappela à leur sujet l'opinion de ce dernier auteur et créa pour le Poisson auquel ils avaient dû appartenir, mais dont il ignorait complètement la position zoologique exacte, le genre *Hannovera* et l'espèce *H. aurata*.

Enfin, Steenstrup reconnut dans les corps signalés par Hannover les fanoncules de *Selachus* (*Cetorhinus*) *maximus* Gunner, espèce actuelle, et, par suite, dans les rayons isolés du Pliocène d'Anvers, les fanoncules d'un Poisson du même genre.

Au cours d'une visite faite récemment, en compagnie de M. L. Dollo, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à la collection paléontologique de M. G. Hasse, à Anvers, notre attention fut attirée sur une pièce curieuse qui venait d'être trouvée à Anvers même dans le Pliocène supérieur (Poederlien). Cette pièce n'est autre qu'une partie importante de l'appareil fanonculaire d'un *Cetorhinus*. Les fanoncules y ont conservé leur position relative; ils forment plusieurs rangées dans lesquelles ils sont placés les uns derrière les autres. On peut distinguer six rangées de

---

(1) L. Dollo, *Bathydraco Scotiæ, Poisson abyssal nouveau recueilli par l'Expédition antarctique nationale écossaise* (*Proceed. Roy. Soc. of Edinburgh*, vol. XXVI, 1906, p. 72, note infrapaginale)

fanoncules ayant appartenu à quatre arcs différents. Deux de ces rangées sont simples et proviennent de deux arcs distincts. Les quatre autres sont opposées deux à deux, de façon que, dans chacun des deux groupes ainsi formés, la partie recourbée des fanoncules d'une rangée soit en contact avec la partie correspondante des fanoncules de l'autre rangée. Les deux rangées de fanoncules qui composent chacun de ces deux groupes sont donc disposées symétriquement par rapport à un plan qui passerait par la ligne de contact de leurs parties recourbées. Ce plan était, durant la vie de l'animal, représenté, dans chaque groupe, par un arc branchial distinct.

Les fanoncules fossiles, isolés, auxquels P.-J. van Beneden a donné le nom d'*Hannovera aurata*, sont identiques à ceux qui constituent l'appareil trouvé dans le Pliocène d'Anvers. Je ne pense pas qu'ils appartiennent à une espèce différente de l'espèce actuelle, *Cetorhinus maximus*. En effet, tous ces fanoncules ont exactement la forme et les dimensions des fanoncules des *Cetorhinus maximus* adultes. De plus, il existe, dans le Pliocène d'Anvers, comme dans le Crag d'Angleterre, des ergots qu'on ne peut distinguer de ceux que portent les appendices génitaux des individus mâles de cette espèce ([1]).

Comme les *Cetorhinus* de l'époque actuelle, les *Cetorhinus* de l'époque pliocène descendaient donc des mers arctiques pour visiter les côtes belges. Ils s'aventuraient aussi jusque sur les côtes italiennes. Des fanoncules ont effectivement été trouvés dans le Plaisancien de la Toscane et du Piémont.

Ces dernières côtes semblent même avoir été visitées par ces Squales dès l'époque miocène. Costa a, en effet, figuré, sous le nom de *Selache vetusta*, une dent provenant du Miocène des environs de Naples, et dont la forme générale est bien celle des dents des *Cetorhinus*.

Enfin, des traces de migrations plus anciennes encore peuvent être relevées en Belgique. Storms a, en effet, signalé dans l'argile de Boom (Oligocène moyen) la présence de fanoncules de *Cetorhinus*. J'ai pu examiner, dans les collections Ed. Delheid et G. Hasse, des fanoncules de l'argile de Boom. Ils diffèrent de ceux de *Cetorhinus maximus* par leur taille beaucoup plus petite et par leur extrémité recourbée plus élargie et en forme de

---

([1]) Les vertèbres du Pliocène d'Anvers que C. Hasse (*Das natürliche System der Elasmobranchier*, besonderer Theil, 1882, p. 241, *Pl. XXXII, fig.* 6-8) a décrites sous le nom de *Selache Duponti* me semblent se rapporter plutôt au genre *Carcharodon*.

croissant. Ils indiquent une espèce nouvelle (*Cetorhinus parvus* Ler.) qui est décrite dans mon Mémoire en préparation sur les Poissons oligocènes de la Belgique.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétisme terrestre. Application à l'exploration de la chaîne des puys.* Note de MM. **B. Brunhes** et **P. David**, transmise par M. Bouquet de la Grye.

Nos mesures antérieures de déclinaison et de composante horizontale sur le puy de Dôme et dans la chaîne des puys nous ont révélé des perturbations qui s'expliquent par une aimantation d'ensemble de chaque montagne ([1]). Il nous a paru qu'il y aurait intérêt à contrôler ce résultat par des mesures directes et nombreuses de la composante verticale.

Dans une première méthode, la seule décrite ici, nous avons utilisé notre boussole d'inclinaison de voyage à laquelle nous avons fait adapter une réglette latérale horizontale, pareille à celle qu'on adapte au théodolite pour la mesure de la composante horizontale. Le cadre vertical de la boussole étant perpendiculaire au méridien et l'aiguille mobile verticale, on pose un barreau fixe déviant sur l'étrier de la réglette. L'aiguille mobile s'incline d'un angle Δ compris, dans nos mesures, entre 35° et 40°. On retourne le barreau bout pour bout : l'aiguille s'incline en sens inverse. La différence des deux lectures donne 2Δ et l'on a

$$Z = K \cot \Delta,$$

la constante K se déterminant par la même opération en un point de repère où l'on a fait une mesure absolue. On effectue, comme contrôle, un retournement de tout l'appareil.

On n'a ainsi que des mesures relatives affectées d'une double cause d'erreur : la variation de l'aimantation du barreau déviant avec la température, et la diminution progressive de cette aimantation avec le temps. Dans les conditions de nos mesures, l'influence des variations de température ne peut guère dépasser dix unités du quatrième ordre; elle ne saurait

---

([1]) *Journal de Physique*, 4e série, t. II, 1903, p. 202; 4e série, t. V, 1906, p. 705 et spécialement p. 719.

donc masquer les différences dues à l'inégale distribution de la force verticale dans l'espace. La diminution progressive a été trouvée pratiquement négligeable par des mesures répétées à diverses époques au point de référence.

A titre d'exemples, donnons une série de mesures faites le long d'une des pentes du puy de Dôme, en suivant l'alignement du sommet du puy de Besace, au sommet d'un mamelon situé sur le contrefort SW du puy de Dôme.

18 août 1907. Observateurs : M. B. Brunhes et M. I. Aurand, aide astronome à l'Observatoire de Tananarive.

	Altitude.	Composante verticale.
Point F (le plus bas dans l'alignement choisi)....	1009 m	0,3833
» G, pente SW du puy de Dôme...........	1100	0,3937
» H »	1216	0,4028
» I »	1285	0,4075
» J, tournant du chemin d'accès, dit *passage des Goules*...........................	1373	0,4186
» K, sommet du mamelon SW.............	1410	0,4320

Citons quelques mesures faites sur la pente N 15° W à partir du sommet, dans la région où la composante horizontale est minimum :

	Altitude.	H.	Z.
Point βM (précédemment exploré) sur un terre-plein avant la grande pente.......	1455 m	0,2053	0,4300
Point βK (id.), point extrême où l'on voie l'anémomètre........................	1438	0,1994	0,4192
Point βK_1 (id.), plus bas................	1392	0,2072	0,4126

D'autres mesures au Sud et à l'Est permettent de conclure :

Les maxima et minima de déclinaison et de composante horizontale précédemment découverts ne proviennent pas de perturbations étroitement localisées en ces points, mais résultent bien d'une aimantation d'ensemble que démontre l'augmentation de la composante verticale quand on monte.

Cette augmentation est, en gros, proportionnelle à l'altitude dont on s'élève. Elle prend seulement une valeur plus forte si l'on atteint un sommet ou une terrasse où le plan tangent au sol devienne horizontal.

Les puys de Besace, du Clierzou, de Pariou, donnent des résultats de même sens que le puy de Dôme au point de vue de la variation de la composante ver-

ticale avec l'altitude. Il serait intéressant d'appliquer cette méthode d'exploration point par point à une montagne ayant, au contraire, un pôle Nord au sommet, comme les deux exemples qu'a signalés G. Meyer dans le Kaiserstuhl, *mais pour chacun desquels il ne cite que deux ou trois mesures en tout*. Si de pareilles montagnes existent, il ne sera pas inutile de procéder à de nombreuses mesures directes de composante verticale pour mettre leur propriété hors de doute. Car c'est la question de la possibilité de l'inclinaison négative dans le passé qui serait ainsi définitivement tranchée par l'affirmative.

M. C. **Goulas** adresse une Note intitulée : *Turbine atmosphérique*.

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Levy.)

M. **André Auric** adresse une Note *Sur l'entropie*.

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

M. **P.-W. Stuart-Menteath** adresse un Mémoire *Sur la géologie des environs de l'Observatoire d'Abbadia (Basses-Pyrénées)*.

(Renvoi à l'examen de M. Michel Lévy.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des courbes gauches.* Note de M. **Gaston Darboux**.

D'après les belles recherches exposées en 1880 par M. Bäcklund et d'après celles, un peu plus générales, que j'ai fait connaître au n° 812 de mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (III[e] Partie, p. 441), on sait trouver tous les couples de surfaces qui se correspondent point par point, de telle manière que les deux plans tangents en ces points et la droite qui joint les points de contact forment un système invariable. Je me suis proposé de traiter le problème analogue de la théorie des courbes, c'est-à-dire de rechercher deux courbes qui se correspondent point par point, de telle manière que les tangentes aux points correspondants et la droite qui joint ces points forment un système invariable. Cela exige évidemment quatre conditions; si l'on désigne par M, M′ les points correspondants, il faut : 1° que la droite MM′ soit de longueur invariable; 2° qu'elle fasse des angles constants avec chacune des tangentes en M et en M′; 3° que les deux plans passant par MM′ et par l'une des tangentes fassent entre eux un angle constant. Je veux faire connaître ici, sans entrer dans tous les détails de la recherche, les principaux résultats auxquels elle m'a conduit (¹).

On remarquera tout d'abord que, si l'on a obtenu une solution de ce

(¹) Dans sa dissertation inaugurale, publiée à Görlitz en 1907 et intitulée : *Ueber die Bäcklundsche Transformation der Flächen konstanter Krümmung*, M. Otto Roelcke s'est occupé de questions analogues.

problème, on pourra en déduire une infinité d'autres, dans la définition desquelles entrera une fonction arbitraire d'une variable. Soient, en effet, (C), (C′) les deux courbes, et M, M′ un couple quelconque de points correspondants sur ces courbes. Si l'on considère la surface réglée (R) engendrée par la droite MM′, on peut dire, d'après la définition même de la correspondance, que les deux courbes (C), (C′) de la surface doivent couper les génératrices rectilignes sous des angles constants et que les plans tangents à la surface aux points M, M′ doivent faire aussi un angle invariable. Or toutes ces propriétés subsistent si l'on déforme la surface réglée en assujettissant ses génératrices à demeurer rectilignes.

On voit donc qu'il est naturel de chercher à résoudre le problème qui nous occupe en prenant comme point de départ la surface réglée (R) sur laquelle les deux courbes (C), (C′) sont tracées.

En l'abordant de cette manière on est conduit, par une analyse que j'omets, au résultat suivant :

Si les deux courbes (C), (C′) *ne sont pas toutes deux des trajectoires orthogonales des génératrices de* (R), *cette surface réglée sera applicable sur l'hyperboloïde de révolution à une nappe et les deux courbes* (C), (C′) *seront les transformées de deux parallèles quelconques de l'hyperboloïde.*

Cette proposition s'étend même au cas limite où la surface (R) serait développable; en ce sens que, dans ce cas, la surface (R) aura pour arête de rebroussement une courbe à courbure constante et sera applicable sur la partie du plan extérieure à un cercle, c'est-à-dire sur un hyperboloïde de révolution infiniment aplati. Les courbes (C) et (C′) s'obtiendront en portant des longueurs constantes sur la tangente à l'arête de rebroussement à partir du point de contact.

Revenons au cas général. D'après un théorème de Laguerre, on sait que les surfaces réglées applicables sur l'hyperboloïde réglé de révolution ont pour ligne de striction une *courbe de Bertrand*, c'est-à-dire une courbe pour laquelle la courbure et la torsion sont liées par une équation linéaire. Il est facile de caractériser les courbes (C) et (C′) qui sont les transformées des parallèles de l'hyperboloïde et l'on trouve qu'il existe, entre la courbure, la torsion et la dérivée de la courbure par rapport à l'arc, une relation assez compliquée, de la forme

$$\frac{1}{\tau} - \frac{1}{\sqrt{b^2-\rho^2}}\frac{d\rho}{ds} + \frac{a}{\rho}\sqrt{b^2-\rho^2} = c,$$

où a, b, c sont trois constantes. Cette relation n'a rien de particulièrement intéressant; elle montre toutefois qu'il sera *impossible* de choisir arbitrairement l'une ou l'autre des courbes (C), (C′) avec lesquelles se construit notre première solution.

Si la courbe (C) satisfait à une ou deux équations de la forme précédente, elle fournira une ou deux solutions de notre problème.

Elle ne peut satisfaire à trois solutions de ce genre que si ρ et τ sont constants, c'est-à-dire si elle est une hélice. Dans ce cas, nous serons conduits à une solution qu'on peut caractériser comme il suit : donnons à un corps solide quelconque un mouvement hélicoïdal. Tout segment MM′ de ce corps se déplace de manière que les hélices décrites par ses extrémités soient dans la relation qui fait l'objet de ce travail.

Examinons maintenant le cas écarté dans la recherche précédente, où les courbes (C), (C′) seraient normales à la droite MM′. Alors l'élément linéaire de la surface réglée (R) ne sera plus défini. Si on le met sous la forme

$$ds^2 = du^2 + [(u-\alpha)^2 + \beta^2]\,dv^2,$$

on verra facilement qu'on aura seulement entre α et β la relation

$$\beta^2 + (\alpha - a)(\alpha - a') = b\beta,$$

où a, a', b sont trois constantes. Mais, comme on peut toujours, par de simples quadratures, trouver les surfaces réglées admettant cet élément linéaire, on voit qu'on pourra, à l'aide de simples signes de quadratures, écrire la solution générale de notre problème. Je reviendrai plus loin sur ce point.

Mais ce qu'il y a de plus intéressant, c'est qu'ici on pourra prendre *arbitrairement* l'une des courbes, (C) par exemple. Alors la détermination de (C′) dépendra de l'intégration d'une équation de Riccati de la forme suivante :

$$\frac{d\varpi}{ds} - \frac{1}{\tau} = A + B\,\frac{\sin\varpi}{\rho},$$

où $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{\tau}$ et s désignent les courbures et l'arc de la courbe (C). On sera donc conduit à une méthode générale de transformation *applicable à une courbe quelconque* (C), *et permettant d'en déduire une suite illimitée de courbes nouvelles*.

On se trouve ainsi en présence d'une série de problèmes analogues à ceux qu'on rencontre dans l'étude des transformations des surfaces à courbure

constante. On lira leur étude complète dans le Mémoire développé, qui paraîtra dans le Recueil de l'Académie. Je me bornerai ici à quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

J'ai été conduit à examiner si un quadrilatère, dont les côtés demeurent invariables, peut se déformer de telle manière que ses dièdres demeurent, eux aussi, invariables. On reconnaît que cela ne peut arriver que si le quadrilatère est un parallélogramme gauche, c'est-à-dire si ses côtés opposés sont égaux. Alors les rapports des sinus des dièdres du quadrilatère à leurs arêtes sont égaux en valeur absolue; et il suffit qu'un des dièdres soit constant pour qu'il en soit de même de tous les autres. On est ainsi conduit au parallélogramme gauche qui se présente dans l'étude de la transformation de M. Bäcklund, faite par M. Bianchi.

La suite de la recherche m'a aussi conduit à examiner si un quadrilatère invariable peut se déformer de telle manière que chaque sommet décrive une courbe normale aux deux côtés qui se croisent en ce point.

En dehors de la solution banale fournie par quatre trajectoires orthogonales d'un plan mobile et par le quadrilatère plan invariable que forment les pieds de ces trajectoires, j'ai obtenu la solution suivante qui m'a permis de compléter le théorème, rappelé plus haut, de Laguerre :

Soit ABCD *le quadrilatère cherché. Ses deux diagonales* AC, BD *engendrent des surfaces réglées* (R), (R′) *qui, l'une et l'autre, sont applicables sur le même hyperboloïde de révolution* (H). *Les pieds de la plus courte distance des diagonales* AC *et* BD *décrivent les lignes de striction des deux surfaces réglées qui sont, comme on sait, des courbes de Bertrand et qui ont, l'une et l'autre, pour normale principale, la plus courte distance des diagonales. Ces deux diagonales sont des axes de rotation conjugués dans le mouvement de la figure invariable formée par le quadrilatère et les points centraux des deux diagonales.*

L'hyperboloïde (H) *est celui qui aurait pour axe l'une des diagonales et pour génératrice l'autre diagonale. Par exemple, l'hyperboloïde ayant* AC *pour axe et* BD *pour génératrice se raccordera suivant cette génératrice avec la surface* (R′), *sur laquelle il roulera. Il en sera de même, en ce qui concerne* (R), *de l'hyperboloïde ayant* AC *pour génératrice et* BD *pour axe, hyperboloïde évidemment égal au précédent.*

La méthode que nous avons suivie dans la recherche précédente lie l'étude de la question proposée à la considération de la surface réglée (R) sur laquelle sont tracées les courbes (C) et (C′). Dans le cas où ces courbes sont

normales à la ligne MM', nous avons donné une relation entre α et β à laquelle doit satisfaire l'élément linéaire de la surface réglée (R). Or, cette relation caractérise, d'après une proposition due à Bour, les surfaces réglées qui peuvent être déformées de telle manière que leurs génératrices rectilignes deviennent les normales principales de deux courbes gauches. Nous pouvons donc énoncer la proposition suivante, à laquelle on est conduit directement par quelques considérations géométriques :

Pour obtenir toutes les solutions de notre problème dans lesquelles les courbes (C), (C') *sont normales à la droite qui joint les points correspondants, il suffira de construire tous les couples de courbes de Bertrand* (K) *et* (K') *qui ont les mêmes normales principales, puis de déformer d'une manière quelconque la surface gauche formée par ces normales principales. La solution générale du problème sera alors finie par les transformées* (C) *et* (C') *des courbes de Bertrand.*

Il est clair que toutes ces opérations n'exigeront que de simples quadratures.

Nous terminerons en disant quelques mots d'un cas particulier où la solution de notre problème s'obtiendra sans aucune intégration : c'est celui où, *les courbes* (C), (C') *demeurant toujours normales à* MM', *les tangentes aux deux courbes en* M *et en* M' *sont, en outre, assujetties, non à faire un angle constant quelconque, mais à être rectangulaires.*

Dans ce cas, si l'on se donne *arbitrairement* la courbe (C), la courbe (C') se déterminera de la manière suivante : si x, y, z désignent les coordonnées rectangulaires du point M de (C), s et ρ l'arc et le rayon de courbure de la courbe, l la distance constante MM', les coordonnées du point correspondant M' de (C') seront données par l'équation

$$x' - x = \rho^2 \frac{d^2 x}{ds^2} + \rho\sqrt{l^2 - \rho^2}\left(\frac{dy}{ds}\frac{d^2 z}{ds^2} - \frac{dz}{ds}\frac{d^2 y}{ds^2}\right)$$

et celles qu'on en déduit par des permutations circulaires.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'application de la télégraphie sans fil à l'amélioration des avertissements météorologiques.* Note de M. G. **Bigourdan**.

A mesure que s'accroît la portée de la télégraphie sans fil le nombre de ses applications augmente considérablement.

Il y a quatre ans, j'ai communiqué (¹) à l'Académie les expériences que j'avais faites pour la transmission de l'heure par les ondes hertziennes; et déjà J.-A. Normand avait proposé la même méthode (²) pour donner l'heure à la mer.

Quelques mois après, M. Th. Albrecht publia (³) ses expériences de détermination des longitudes par la télégraphie sans fil.

Récemment, M. Guyou reprenait (⁴) un projet analogue à celui de J.-A. Normand, et M. Bouquet de la Grye le généralisait (⁵) très avantageusement en proposant d'employer un seul signal pour la Terre entière.

Aujourd'hui je désire indiquer l'usage qu'on peut faire de la télégraphie sans fil pour améliorer les avertissements météorologiques.

On sait que dans nos régions l'état du temps est surtout en relation avec le passage des dépressions atmosphériques; et ces dépressions, venant généralement de l'Ouest, arrivent des parties de l'Atlantique situées au nord du 35e degré de latitude boréale.

La moitié à peu près de ces dépressions viennent de l'Amérique du Nord; les autres se forment en plein Atlantique; pour prévoir avec succès l'arrivée et la marche des unes et des autres, sur les côtes occidentales de l'Europe, il faudrait en plein Océan des points d'observation qui font défaut.

On a souvent pensé à des stations flottantes, reliées chacune aux continents par un fil télégraphique; mais on sent combien une telle solution aurait été difficile et coûteuse à réaliser; aussi n'a-t-elle pas même été tentée.

Grâce à l'emploi des ondes hertziennes on pourrait aujourd'hui supprimer non seulement le fil télégraphique, mais encore la station flottante spéciale elle-même.

Pour cela il suffirait que certains navires à vapeur télégraphient, par exemple une fois par jour, leur position géographique et les données météorologiques qu'ils y observent.

(¹) G. Bigourdan, *Sur la distribution de l'heure à distance, au moyen de la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 27 juin 1904, p. 1657-1659).

(²) J.-A. Normand, *Sur le réglage des montres à la mer par la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 11 juillet 1904, p. 118).

(³) Th. Albrecht, *Ueber die Verwendbarkeit der drathlosen Telegraphie bei Längenbestimmungen* (*Astr. Nachr.*, nº 3982, Bd. CLXVI, col. 337-344).

(⁴) E. Guyou, *Détermination des longitudes en mer par la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 13 avril 1908, p. 800-801).

(⁵) Bouquet de la Grye, *Détermination de l'heure, sur terre et sur mer, à l'aide de la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 30 mars 1908, p. 671-673).

Les paquebots sont indiqués pour cela; en assez grand nombre déjà ils possèdent l'outillage nécessaire à la transmission sans fil, et ils connaissent toujours avec assez d'exactitude le point où ils se trouvent.

Par ce moyen, les conditions, défavorables à la prévision du temps, dans lesquelles se trouve l'Europe occidentale, seraient très heureusement modifiées; et l'agriculture, comme la marine, etc., pourraient y trouver des avantages économiques très considérables.

ZOOLOGIE. — *Sur les relations zoologiques des Crevettes de la tribu des Sténopidés.* Note de M. E.-L. **Bouvier**.

De tous les Macroures nageurs, ceux dont on connaît le moins l'histoire zoologique sont les représentants de la tribu des Sténopidés. On les range parmi les Crevettes, encore qu'ils n'aient pas le corps latéralement comprimé et qu'ils présentent une adaptation manifeste à la marche comme les *Reptantia*, mais on n'est pas fixé sur leurs affinités réelles. Claus et M. Boas ont voulu voir dans leurs branchies filamenteuses (trichobranchies) une simple modification des branchies arborescentes (dendrobranchies) des Pénéides et les ont intimement rapprochés de cette dernière tribu; Spence Bate en a fait une tribu spéciale sans se prononcer sur leur filiation; enfin, récemment, dans une fine étude sur l'ensemble des Crustacés décapodes, M. Borradaile observe que les Sténopides n'ont pas d'affinités directes avec les Pénéides, sans d'ailleurs fixer leur position zoologique qui est, dit-il, extrêmement douteuse. Grâce aux recherches que j'ai entreprises sur les Sténopides des collections du Muséum et sur ceux recueillis en profondeur par le *Blake* et le *Talisman*, j'ai pu établir les affinités intimes des divers représentants de la tribu et peut-être entrevoir les relations de ces Macroures avec les autres Crustacés.

1. *Affinités intimes des divers Sténopidés.* — Les Sténopidés actuellement connus se répartissent entre les cinq genres suivants : *Engystenopus* Alcock et And., 1894 (1 espèce); *Richardina* A. Milne-Edwards, 1881 (4 espèces); *Stenopusculus* Richters, 1880 (3 espèces); *Stenopus* Latreille, 1829 (6 espèces) et *Spongicola* de Haan, 1850 (5 espèces). Les *Stenopusculus* et *Stenopus* sont littoraux ou sublittoraux, tandis que les représentants des trois autres genres se tiennent à des profondeurs plus ou moins grandes et, comme les *Stenopusculus*, ne présentent que de faibles dimensions.

Je ne connais l'unique espèce du genre *Engystenopus* que par la figure et

la description excellentes qu'en a données M. Alcock; mais à cause de ses téguments à peu près inermes et des longs doigts normaux de ses vraies pattes ambulatoires (pattes IV et V), on peut bien affirmer que cette espèce est l'une des plus primitives de la tribu. Les *Richardina* s'y rattachent par celles de leurs formes, telles que la *R. spinicineta* A. Milne-Edwards et la *R. Fredericii* Lo Bianco, dont les doigts des pattes ambulatoires sont encore restés longs et simples. Mais ensuite se manifeste un des caractères les plus typiques de l'adaptation sténopidienne : dans la *R. spongicola* Alc. et And., les doigts des pattes ambulatoires sont déjà très courts et terminés par deux griffes, et j'ai observé le même caractère chez une espèce nouvelle trouvée par le *Talisman* au large des côtes marocaines et soudanaises. Cette espèce recevra le nom de *R. Edwardsi;* elle se distingue de la *R. spongicola* par le plus grand allongement de ses pattes ambulatoires et par les articles plus nombreux (4 et 5 au lieu de 3 et 2) en lesquels se divisent le carpe et le propodite des mêmes pattes.

La division du carpe et du propodite des pattes IV et V commence à se manifester dans les *Engystenopus* et apparaît plus nette dans la *Richardina.* Elle se retrouve chez la plupart des *Stenopusculus,* mais comme on ne l'observe pas encore dans le *S. scabricaudatus,* on doit croire que les Crustacés de ce genre se rattachent à des *Engystenopus* éteints ou encore inconnus, chez lesquels le carpe et le propodite des pattes ambulatoires sont restés normaux, c'est-à-dire indivis. Au surplus, les *Stenopusculus* ont les courts doigts bifides de la *Richardina Edwardsi* et se recouvrent d'une riche garniture d'épines. Ils ont à coup sûr fourni la souche des *Stenopus,* qu'on doit considérer comme des *Stenopusculus* où la taille est devenue plus grande et où les articulations secondaires du carpe et du propodite des pattes ambulatoires sont apparues plus nombreuses.

Ainsi, les *Richardina* n'ont pas servi d'intermédiaire entre les *Engystenopus* et les Sténopidés typiques; elles ne présentent pas davantage d'affinités directes avec les *Spongicola,* encore qu'elles soient aveugles comme la *Spongicola inermis* Bouv. (pour cette raison rangée d'abord dans les *Richardina*) et que certaines d'entre elles (*R. spongicola* Alc. et And.) se tiennent en commensales dans les Éponges. Il y a tout simplement convergence pour quelques caractères (atrophie des yeux) et certaines habitudes (commensalisme). Étant donnés le carpe et le propodite simples de leurs pattes ambulatoires, les *Spongicola* ne sauraient se rattacher aux *Richardina,* et se rapprochent au contraire du *Stenopusculus scabricaudatus* où a persisté le même caractère primitif. Elles forment du reste un genre par enchaînements des

plus curieux : dans la *Sp. venusta* de Haan et la *Sp. audamanica* Alcock, on observe encore une certaine armature épineuse sur les chélipèdes, des épipodites bien développés à la base des pattes et des rudiments d'exopodites à la base des maxillipèdes externes; dans la *Sp. Kœhleri* Caullery, ces rudiments disparaissent en même temps que les exopodites des maxillipèdes intermédiaires; dans la *Sp. evoluta,* les épipodites des pattes ambulatoires s'atrophient à leur tour; dans la *Sp. inermis* enfin, on voit disparaître en outre six arthrobranchies sur onze, la pleurobranchie des pattes-mâchoires intermédiaires et la totalité du pigment des yeux, de sorte que l'animal doit être complètement aveugle. On sait que la pigmentation des yeux est déjà très réduite dans la *Sp. Kœhleri* et dans la *Sp. evoluta*.

Pour bien caractériser les effets de cette évolution, il suffira de mettre en regard la formule appendiculaire thoracique normalement sténopidienne (1) et celle de la *Spongicola inermis :*

	Stenopus spinosus.								*Spongicola inermis.*							
	Pattes.					Maxillipèdes.			Pattes.					Maxillipèdes.		
	V.	IV.	III.	II.	I.	3.	2.	1.	V.	IV.	III.	II.	I.	3.	2.	1.
Pleurobranchies...	1	1	1	1	1	1	1	o	1	1	1	1	1	1	o	o
Arthrobranchies...	o	2	2	2	2	2	1	o	o	rud.	1	1	1	1	o	(
Podobranchies....	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o	o	o	o	rud.	o
Épipodites........	o	1	1	1	1	1	1	1	o	o	o	o	o	1	1	1
Exopodites.......	o	o	o	o	o	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	1

Affinités avec les autres groupes. — Les Sténopides semblent, au premier abord, se rapprocher beaucoup des Pénéides, en ce sens que leurs pattes des trois paires antérieures sont terminées en pince, et que les épimères de leur segment abdominal antérieur recouvrent plus ou moins ceux du segment suivant; j'ai pu même observer qu'ils présentent, comme les Pénéides et les Aristéinés, une écaille antennulaire externe (il est vrai réduite) et toujours, sauf les *Spongicola,* des organes sétifères nettoyeurs sur le carpe et les pinces des pattes de la première paire.

Mais les différences entre les deux groupes sont fort grandes, et certaines impliquent des relations avec les Schizopodes, sans l'intermédiaire des

(1) J'ai observé cette formule dans *Stenopus spinosus* Risso et *Richardina Edwardsi* Bouv.; elle est identique dans *Spongicola venusta* de Haan, avec l'exopodite des maxillipèdes 3 qui est rudimentaire. En ce qui concerne les maxillipèdes 2, mes observations ne concordent pas complètement avec celles des autres auteurs.

Pénéides. C'est ainsi que les palpes mandibulaires des Sténopides se composent de trois articles comme ceux des Schizopodes, tandis qu'ils se réduisent à deux articles chez les Pénéides. Il semble bien même que Sténopides et Pénéides se rattachent à des formes schizopodiennes différentes. Avec leurs pédoncules oculaires munis fréquemment d'une saillie dorsale accessoire, leurs palpes mandibulaires très développés ([1]), le lobe postérieur en retrait ou rudimentaire des lacinies internes de leurs maxilles, les fouets exopodiaux richement segmentés de leurs maxillipèdes, et les rames de leurs pléopodes divisées plus ou moins en nombreux articles, les Pénéides se rapprochent surtout des Schizopodes lophogastridés; tandis que les Sténopides se rapprochent des Schizopodes euphausiens par leurs pédoncules oculaires simples, leurs palpes mandibulaires de médiocre taille ([1]), les lobes également saillants des lacinies internes de leurs maxilles, les exopodites lamelleux (pourtant un peu segmentés au sommet) de leurs maxillipèdes et les rames en feuilles simples de leurs pléopodes.

A ces considérations il faut ajouter la suivante qui en relève encore l'intérêt : les branchies des Pénéides sont du même type dendrobranchial que les rameaux constitutifs des panaches branchiaux des Lophogastridés, et celles des Sténopides du type trichobranchial comme les rameaux des panaches des Euphausiidés; dans chacune des deux familles, chaque branchie semble représenter un rameau du panache branchial de la famille schizopodienne correspondante.

Ces affinités nous paraissent importantes, mais ce serait une erreur de croire qu'elles permettent de rattacher les Pénéides et les Sténopides actuels aux Schizopodes actuellement connus. Là comme partout, l'évolution a suivi son cours, faisant apparaître des caractères qui n'existaient pas au début, et disparaître certaines formes primitives qui ont servi d'intermédiaire.

Mais il semble rationnel de supposer que les Schizopodes primitifs étaient, comme les Phyllocarides (Nébalies) dont ils dérivent, dépourvus de pléopodes antérieurs modifiés en pétasma pour l'accouplement, puis qu'ils présentaient à la fois un épipodite non différencié en lame incubatrice et un proépipodite comme les Branchippidés et les Schizopodes du genre *Anaspides*. De cette souche commune seraient issues deux formes : l'une

---

([1]) L'article basilaire de ces palpes est absent chez les Pénéides et très réduit chez les Lophogastridés; il est au contraire bien développé chez les Sténopidés et les Euphausiidés.

lophogastridienne, c'est-à-dire dendrobranchiale, qui aurait donné les Lophogastridés (sans pétasma, épipodites en lames incubatrices), les Carides ou vraies Crevettes (sans pétasma) et les Pénéides (avec pétasma); l'autre *euphausidienne*, c'est-à-dire trichobranchiale, dont la descendance comprendrait les Euphausiidés actuels (avec pétasma), tous les Décapodes marcheurs ou *Reptantia*, et les Sténopides, qui sont dépourvus de pléopodes copulateurs comme certains de ces derniers.

J'ai fait rentrer dans ce Tableau les Carides qui sont phyllobranchiaux et les *Reptantia* dont les formes primitives ont des trichobranchies et les autres des phyllobranchies. Mais il est amplement démontré que les lamelles des phyllobranchies sont le résultat d'une concrescence des filaments qui constituent les trichobranchies.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Emanuel Swedenborg, *Opera quædam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ scientiarum Suecicæ. II. Cosmologica*.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'entropie*. Note de M. **Auric**. (Extrait.)

Appelons ρ_1 la masse de l'éther par unité de volume et ρ la densité du milieu qui seule est accessible à nos moyens de mesure. Soient π_1 et π les pressions correspondantes : pour une transformation infinitésimale nécessitant une énergie $d\varepsilon$ et donnant une augmentation de volume dv on aura, en considérant l'unité de volume,

$$d\varepsilon = \rho_1 \pi_1 \, dv + \rho\pi \, dv,$$

et en rapportant l'équation à l'unité de masse de la matière pondérable,

$$\frac{d\varepsilon}{\rho} = \pi_1 \frac{\rho_1 \, dv}{\rho} + \pi \, dv.$$

Si l'on admet avec beaucoup de physiciens que la pression π_1 représente

la température absolue T du milieu et si l'on pose

$$\frac{\rho_1\, dv}{\rho} = ds,$$

on obtient la relation bien connue

$$\frac{d\varepsilon}{\rho} = \mathrm{T}\, ds + \pi\, dv,$$

dans laquelle s représente l'entropie.

Le coefficient différentiel $\frac{ds}{dv}$ serait donc égal au rapport des densités respectives de l'éther et de la matière.

Cette manière d'envisager l'entropie permettrait d'en tirer des conséquences intéressantes.

PHYSIQUE. — *Sur l'ionisation de l'air par la lumière ultra-violette.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. J. Violle.

1. On sait que M. Lenard a, dans deux importants Mémoires (¹), étudié l'action ionisante de l'ultra-violet extrême sur les gaz et surtout sur l'air. Il a constaté en particulier une anomalie remarquable dans les mobilités des ions produits : les ions négatifs sont de petits ions à grande mobilité et les ions positifs de gros ions à faible mobilité. Cette dissymétrie peut faire supposer que l'ultra-violet, agissant sur les particules en suspension dans l'air, en fait sortir des corpuscules négatifs, comme il arrive dans l'effet photo-électrique de Hertz; ceux-ci se transformeraient dans l'air en ions négatifs ordinaires, pendant que les poussières, prenant une charge positive, deviendraient de gros ions. L'effet Lenard ne serait donc qu'un cas particulier de l'effet photo-électrique de Hertz. Tout récemment, cependant, le professeur J.-J. Thomson (²) a retrouvé un effet direct de l'ultra-violet sur l'air. Cet effet, extrêmement faible, puisque la conductibilité prise par l'air ne surpasserait que huit fois sa conductibilité propre, serait de plus entièrement supprimé lorsque les radiations ont traversé plus de 3^{mm} d'air. Mais il semble dès l'abord qu'il ne puisse y avoir rien de commun entre cet effet

(¹) Lenard, *Ann. de Drude,* 1900, t. I, p. 486, et t. III, p. 298.
(²) J.-J. Thomson, *Proceedings* de Cambridge, mars 1908, p. 417.

et l'effet Lenard, dont l'intensité est beaucoup plus considérable, et qui s'étend dans l'air jusqu'à 50^{cm}.

2. Sans rien préjuger de l'effet très minime signalé par J.-J. Thomson, il m'a semblé que les phénomènes découverts par Lenard méritaient d'être étudiés à nouveau, afin d'élucider le mode de formation des gros ions positifs et le rôle des particules en suspension dans les gaz.

Les sources d'ultra-violet utilisées ont été les suivantes : 1° l'étincelle fortement condensée jaillissant entre pointes d'aluminium; 2° l'arc au mercure de Heræus à ampoule de quartz fondu. L'appareil de mesure était un électromètre Curie sensible (1000 divisions par volt). Les expériences ont été de deux sortes.

Dans les unes le gaz est immobile et placé entre les armatures d'un condensateur plan, éloignées de 25^{cm} environ. Ce condensateur est contenu dans une boîte métallique qu'on peut fermer et où la lumière pénètre par une fenêtre de quartz de 35^{mm} de côté. Si la boîte vient d'être fermée et renferme par suite des poussières, l'ultra-violet y produit une conductibilité temporaire, très rapidement affaiblie et amenée bientôt à une petite fraction de sa valeur initiale (par exemple $\frac{1}{60}$). Cette très faible conductibilité résiduelle paraît attribuable à l'effet Hertz sur les parois de la boîte. La conductibilité reparaît si l'on rouvre un instant la boîte ou si l'on y insuffle de l'air non filtré. Si l'on y insuffle de l'air filtré sur coton, elle ne reparaît pas, et même on fait disparaître ainsi une conductibilité préalablement existante. Pour fixer les idées j'indiquerai que la conductibilité initiale après ouverture de la boîte est environ la moitié de celle que provoque, dans le même appareil, un échantillon de radium de radioactivité 1000 environ contenu dans un tube de verre et ionisant à travers le couvercle de la boîte (zinc de 1^{mm}).

D'autres expériences ont été faites par une méthode de courant gazeux. L'air est soumis à l'ultra-violet dans une chambre à fenêtre de quartz et arrive ensuite dans un condensateur cylindrique où on l'étudie. Ici encore l'air filtré donne un courant pratiquement nul et l'air non filtré un courant très appréciable. Ces résultats sont indépendants du signe des charges recueillies. A champ égal, le courant est plus intense quand on recueille les ions négatifs, et il est d'ailleurs toujours difficile à saturer.

Dans toutes ces expériences la source de lumière est placée à des distances de la fenêtre de quartz d'au moins 5^{cm}. Je me crois donc en droit de conclure que, *dans ces conditions, la plus grande partie de l'effet Lenard est attribuable à la présence de particules photo-électriques en suspension dans le gaz.* Lorsque le gaz est dénué de poussières, l'effet Lenard, s'il existe, ne représente qu'une *très faible fraction* de l'effet dû aux poussières.

Je me propose de continuer ces recherches.

PHYSIQUE. — *De la vitesse de transport des ions* H, Cl *et* OH *dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.* Note de M. **E. Doumer**, transmise par M. d'Arsonval.

Si l'on calcule les facteurs de transport des ions H et Cl dans l'électrolyse des dissolutions de HCl en tenant compte de ce fait qu'une partie du courant seulement sert à l'électrolyse de ce corps, on arrive à des résultats tout autres que ceux qui sont admis dans l'hypothèse de Hittorf.

En effet, si l'on représente par p la perte en acide chlorhydrique au pôle négatif, suivant qu'on admet que tout le courant sert à l'électrolyse de HCl ou qu'on tient compte du facteur d'ionisation de l'eau, les poids d'acide électrolysé seront P ou $\frac{P}{3}$ et les facteurs de transport seront : dans le premier cas $\frac{p}{P}$ et $1-\frac{p}{P}$; dans le second $\frac{3p}{P}$ et $1-\frac{3p}{P}$. Les rapports de ces deux facteurs qui, dans l'hypothèse de Hittorf, sont les mêmes que le rapport des vitesses des ions, seront $\frac{p}{P-p}$ dans le premier cas et $\frac{3p}{P-3p}$ dans le second. Suivant qu'on adopte l'une ou l'autre manière de voir on arrive à des conclusions très différentes.

Par exemple, dans une série de trois déterminations faites avec des courants de $0^{amp},02$ à $0^{amp},20$ et des dissolutions contenant de 3^g à 85^g d'acide par litre, j'ai obtenu les pertes suivantes à la cathode :

p	$0^g,093$	$0^g,051$	$0^g,022$

Les volumes d'hydrogène dégagés par le même courant ont été :

V	$165^{cm^3},8$	$92^{cm^3},5$	$38^{cm^3},5$

dont les poids équivalents d'acide chlorhydrique sont :

P	$0^g,544$	$0^g,304$	$0^g,126$

Les facteurs de transport sont respectivement :

1° Si l'on ne tient pas compte de l'ionisation de l'eau :

$\frac{p}{P}$	0,170	0,168	0,174
$1-\frac{p}{P}$	0,830	0,832	0,826

2° Si l'on tient compte au contraire de l'ionisation de l'eau :

$\frac{3p}{P}$	0,510	0,504	0,522
$1-\frac{3p}{P}$	0,490	0,496	0,478

Dans le premier cas les rapports $\frac{p}{P-p}$ seront très différents de 1, ce qui indique que les ions H et Cl sont transportés avec des vitesses très inégales; dans le second au contraire, les rapports $\frac{3p}{P-3p}$ seront très voisins de l'unité, ce qui suppose que ces ions sont transportés sensiblement avec la même vitesse.

Pour décider laquelle de ces deux conclusions est la vraie, il suffit de mesurer l'appauvrissement *aux deux pôles*. Dans le premier cas, ces appauvrissements seront très différents; ils seront au contraire très voisins dans le second.

Expériences. — Pour obtenir des résultats corrects, il est indispensable d'éviter le dégagement de chlore et la production d'acide hypochloreux. On y arrive à peu près en opérant avec des dissolutions étendues (de 1 à 5 pour 100) et des courants faibles ($0^{amp},005$ à $0^{amp},020$). Une très rapide ébullition de la liqueur anodique suffit d'ailleurs pour entraîner, sans perte de HCl, les gaz qu'elle pourrait retenir.

Dans les trois déterminations suivantes, les volumes d'hydrogène dégagés ont été :

V	$32^{cm^3},22$	$48^{cm^3},15$	$61^{cm^3},08$

dont les poids équivalents d'acide chlorhydrique sont :

P................	$0^g,106$	$0^g,158$	$0^g,200$

J'ai trouvé comme perte d'acide :

1° Au pôle négatif :

p................	$0^g,019$	$0^g,027$	$0^g,035$

2° Au pôle positif :

p'	$0^g,018$	$0^g,027$	$0^g,034$

A ce même pôle, j'aurais dû trouver :

1° Si l'ionisation de l'eau de la dissolution n'intervient pas :

$P-p$............	$0^g,087$	$0^g,131$	$0^g,165$

2° Si l'ionisation de l'eau intervient :

$\frac{P}{3}-p$...........	$0^g,016$	$0^g,026$	$0^g,033$

Ainsi, par une mesure directe des appauvrissements aux deux pôles, on trouve que la perte à l'anode est sensiblement la même qu'à la cathode.

Il faut donc tirer de ces expériences les conclusions suivantes :

1° *L'ionisation de l'eau intervient d'une façon active dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.*

2° *La vitesse de transport des ions* H *et* Cl *est très sensiblement la même.*

Il n'est malheureusement pas possible de s'assurer, par des mesures directes, si la vitesse des ions OH est ou n'est pas la même que celle des ions H et Cl. Nous en sommes réduits à faire à ce sujet des hypothèses. Mais si l'on admet que les ions OH se propagent avec la même vitesse que les ions Cl, on arrive à une interprétation très simple et très satisfaisante des phénomènes qui se passent dans l'électrolyse des dissolutions de HCl. En effet, employant la représentation habituelle des chaînes d'ions placées entre les électrodes coupées par une cloison idéale M,

							M							
	H	H	H	H	H	H	|	H	H	H	H	H	H	+
−	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	|	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	

on voit que, lorsque 3 ions H auront passé de la cuve (+) dans la cuve (−), 3 ions électronégatifs (1 ion Cl et 2 ions OH) auront progressé en sens inverse.

									M									
				−										+				
H	H	H	H	H	H	H	H	H	|	H	H	H						
						Cl	OH	OH	|	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH

Les deux chaînes se seront déplacées également, l'une vers la droite, l'autre vers la gauche, transportant chacune des charges égales d'électricité. Il se sera dégagé 6 ions H au pôle négatif et 6 ions électronégatifs (2 ions Cl et 4 ions OH) au pôle positif. Chaque cuve se sera appauvrie également en Cl, en OH et en H.

PHYSIQUE. — *Recherche de l'hélium dans les minerais contenant de l'urane.* Note de M. F. **Bordas**, transmise par M. d'Arsonval.

J'ai indiqué dans une précédente Note (¹) comment on pouvait déter-

(¹) *Comptes rendus*, 23 mars 1908.

miner, grâce à un dispositif spécial, la présence de l'hélium dans certains minéraux rares.

Le procédé est d'une très grande sensibilité; on peut, lorsque le minerai est riche en hélium comme dans la *brœggerite*, la *liebigite*, l'*æschynite*, caractériser nettement ce gaz en employant 1^{mg} ou 2^{mg} de matière.

Il est indispensable, lorsqu'on fait une étude systématique de minéraux en vue de rechercher l'hélium, de prendre des précautions très grandes afin d'éviter toute trace de gaz résiduel après chaque opération.

J'ai vérifié que tous les minerais uranifères ne dégagent leur hélium qu'à une température supérieure à 250°; on peut donc se débarrasser de l'humidité ainsi que d'une partie des gaz étrangers occlus en maintenant le minerai à étudier, finement broyé, à une température voisine de 200°.

La poudre est alors introduite dans le tube de quartz, on fait ensuite le vide jusqu'au vide absolu. On chauffe vers 400° et l'on constate le dégagement d'hélium, mélangé d'un peu d'hydrogène et de faibles traces d'oxygène.

L'oxygène est rapidement absorbé par le charbon et, enfin, l'hydrogène disparaît à son tour au bout de quelques minutes. C'est dans ces conditions que j'ai constaté que la raie de l'hélium située dans le rouge n'était pas à $\lambda = 667,8$ mais bien à $\lambda = 669,1$. Cette raie est à peine visible lorsque l'hélium est mélangé d'hydrogène, elle apparaît peu à peu lorsque l'absorption de l'hydrogène s'accentue; elle ne tarde pas à dépasser en intensité la raie rouge de l'hydrogène $\lambda = 656,3$.

On rencontre aussi, beaucoup plus à gauche, une seconde raie, très peu intense, qui a pour longueur d'onde $\lambda = 708,2$. Cette raie est surtout nette dans l'hélium provenant de la *samarskite* d'Arundal, de la *johannite* de Joachimstal, de la *liebigite* de Saxe, de la *brœggerite* de Road (Norvège), de l'*æschynite* de Hiteroë (Norvège), de la *pechblende* de Joachimstal.

J'ai examiné à plusieurs reprises des résidus de pechblende très radioactifs qui étaient conservés en flacons bouchés depuis plusieurs années [1]; ces résidus ne contenaient pas d'hélium, l'analyse chimique n'a pas permis de reconnaître la présence de l'uranium. Je me borne pour le moment à signaler le fait, me réservant d'y revenir dans la suite.

L'hélium est très abondant et semble combiné à l'urane dans la *samarskite* d'Arundal, la *nægéite* du Japon, l'*euxénite* d'Arundal, l'*yttrotantalite* de Suède et l'*annerœdite* de Norvège. On rencontre encore de l'hélium, mais en moindre abondance, dans la *wœhlerite* de Norvège, le *pyrochlore* de l'Oural, la *polycrase* de Norvège, la *trœgerite* de Saxe, la *xénotime* d'Arun-

[1] Ces échantillons m'ont été gracieusement offerts par M. Besson, directeur de la Société des Produits chimiques.

dal, la *gummite* de Saxe, la *thorite-orangite* de Norvège, la *niobite-columbite* d'Australie.

Les minéraux dans lesquels les sels d'urane sont nettement définis ou cristallisés ne dégagent pas d'hélium; tel est le cas de la *torbernite*, l'*autunite* de Saint-Symphorien, la *carnotite* de Californie.

Enfin j'ai caractérisé l'hélium par sa raie $\lambda = 5878$ dans un échantillon de *bismuth natif* de Saxe, tandis qu'un autre échantillon de *bismuth avec smaltine* de Cornouailles n'a rien donné.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'emploi direct des copals dans la fabrication des vernis sans pyrogénation préalable.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Troost.

Les copals donnent des vernis d'autant meilleurs qu'ils sont plus durs, mais leur dissolution directe dans les divers dissolvants employés pour la fabrication des vernis n'est que partielle, à moins, comme l'a montré Violette, qu'on ne les soumette d'abord à l'action de la chaleur, de manière à leur faire perdre, par une pyrogénation préalable, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$ de leur poids. Il en résulte que cette opération, pratiquée empiriquement, non seulement cause une perte importante, mais donne des copals soit incomplètement solubilisés, d'où des vernis troubles; soit, au contraire, des copals trop fortement pyrogénés, d'où des vernis colorés et collants.

On a bien cherché à employer un mélange de plusieurs dissolvants; mais si, dans certains cas, on obtient une dissolution complète, le vernis obtenu se trouble au fur et à mesure de l'évaporation des dissolvants les plus volatils. J'ai donc cherché à pratiquer directement la dissolution dans un dissolvant unique et, après de nombreux essais, je me suis arrêté à l'alcool amylique qui, d'après Vogel, serait un dissolvant très actif, dans lequel les copals se gonfleraient rapidement et se dissoudraient complètement à l'ébullition.

Cette remarque, qui est vraie pour certains copals, ne l'est cependant pas pour les copals les plus durs; j'ai constaté qu'une partie importante restait insoluble, même après un contact d'une année. Mais si l'on emploie de l'alcool amylique contenant quelques millièmes d'acide, de l'acide nitrique par exemple, et si l'on y laisse se gonfler le copal très finement pulvérisé (soit 4 parties d'alcool pour 1 partie de copal), on obtient une dissolution complète après un laps de temps qui n'excède pas une vingtaine de jours

pour les copals les plus durs, comme ceux de Zanzibar et de Madagascar. Cette durée peut être abrégée soit par l'agitation, soit par la chaleur.

La solution ainsi obtenue, parfaitement limpide, peut être concentrée sans se troubler; de plus, l'addition d'essence de térébenthine ne produit aucune précipitation et, en chassant par distillation l'alcool amylique, il reste une dissolution limpide de la totalité du copal dans l'essence de térébenthine. Avant de concentrer les liquides, il est bon de les agiter avec un peu de carbonate de baryte, pour neutraliser l'acide et les empêcher de se colorer.

J'ai pu dissoudre ainsi les copals durs de Zanzibar, de Madagascar, de Benguela, et les copals demi-durs Kourie, Manille durs et Manille Makassar, obtenant des *vernis volatils* à base d'alcool amylique, d'essence de térébenthine ou d'un mélange d'alcool amylique et d'alcool éthylique, dans lesquels se trouvait le copal n'ayant été l'objet d'aucun traitement susceptible de le modifier.

Il est à remarquer que le vernis, après quelques jours, se recouvre souvent à la surface d'une efflorescence très légère, analogue à celle qu'on remarque sur les morceaux bruts de copal, au moment où on les recueille. Cette efflorescence est due à des traces d'une substance à réaction acide, soluble dans l'eau et dans l'alcool amylique, qui est entraînée par le solvant au moment où il se volatilise et se dépose à la surface. On y remédie facilement en neutralisant cet acide volatil au moyen d'une trace de potasse dissoute dans l'alcool amylique.

Mais la question qui présente surtout de l'intérêt est celle de la préparation des *vernis gras*. Comme ceux-ci ne diffèrent des vernis volatils que par l'addition d'une huile siccative destinée à donner de la souplesse au vernis et à lui permettre de suivre, sans se craqueler, la dilatation ou la contraction du substratum, il semblait qu'on n'éprouverait aucune difficulté à introduire directement cette huile dans une dissolution de copal dans l'essence de térébenthine, puisque l'huile est également soluble dans l'essence. Mais on ne peut agir ainsi, parce que l'huile est insoluble dans une solution concentrée de copal, de sorte que les vernis gras ainsi préparés, qui sont limpides au début, ne tardent pas à se troubler à mesure qu'il se produit une concentration par évaporation de l'essence.

J'ai cherché à introduire dans le vernis une substance dans laquelle le copal et l'huile pourraient rester simultanément en dissolution et qui serait capable de se transformer elle-même, ultérieurement, en un produit solide analogue à la linoxine que fournit l'huile en séchant. J'ai pu obtenir ce résultat en employant les acides gras de l'huile de lin, dans lesquels le copal et l'huile de lin sont solubles et qui, finalement, se transformeront en linoxine, tout comme l'huile de lin.

A un vernis volatil formé de 1 partie de copal et de 2 parties d'essence de térébenthine, et dans lequel on introduit ordinairement 1 partie d'huile de lin, on remplacera cette dernière par 1 partie d'un mélange gras composé de $\frac{2}{5}$ d'huile de lin et $\frac{3}{5}$ d'acides gras de l'huile de lin.

Si l'on veut un vernis plus gras, soit à 2 parties de matière grasse, le mélange précédent peut être employé; mais si, au contraire, on veut préparer un vernis moins gras, la proportion d'acides gras, par rapport à l'huile, doit augmenter dans le mélange gras, pour que la quantité moindre d'huile de lin soit maintenue en dissolution en présence de la quantité plus forte de copal. C'est ainsi que, pour un vernis composé de 1 partie de copal, 2 parties d'essence et 0,5 partie de mélange gras, ce dernier doit être composé de 1 partie d'huile de lin et 4 parties d'acides gras. La proportion d'acides gras devra donc croître, pour 1 partie d'huile de lin, de 1,5 partie à 4 parties suivant que la quantité de mélange gras introduite dans le vernis à 1 partie de copal passera de 1 à 0,5 partie.

Les vernis gras ainsi obtenus sèchent moins vite que les vernis fabriqués par les procédés ordinaires, mais il est facile de remédier à cette infériorité en chauffant, pendant quelques heures, à 130°-140°, le mélange gras additionné d'une petite quantité de résinate de manganèse; ce mélange, dans ces conditions, s'épaissit et devient très rapidement siccatif. On peut, par suite, préparer des vernis gras séchant aussi rapidement que les vernis actuels et remarquables par leur transparence et leur souplesse.

Je me propose de publier ailleurs tous les détails de ces expériences qui, en donnant une nouvelle orientation à la fabrication des vernis gras, permettront sans doute de supprimer le danger d'incendie et le dégagement des mauvaises odeurs résultant actuellement de la pyrogénation des copals et de la cuisson des huiles.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Les leviers dans l'organisme.* Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Alfred Giard.

Il y a 25 ans que j'ai montré combien était plus considérable que le poids du corps l'effort musculaire nécessaire pour se maintenir sur la pointe des pieds [*Théorie du levier appliquée aux muscles* (*Revue scientifique*, 11 août 1883)]. Après avoir dénoncé dans l'exposé classique de ce cas des erreurs multiples de raisonnement et la fausseté du résultat, à savoir une force musculaire inférieure au poids du corps, j'ai conclu, par l'application très simple du théorème des moments par rapport au point d'articulation, que la force musculaire F est égale au poids du corps (réaction du sol) multiplié par le rapport de la distance a de l'articulation au bout du pied à la distance b de cette articulation au bout du talon $F = \frac{a}{b}P$; si en pratique on prend $\frac{a}{b} = 3$, $F = 3P$.

Depuis, outre que j'ai traité ainsi ce cas maintes et maintes fois dans mon enseignement, j'y suis revenu à deux reprises pour relever, dans des Notes de divers auteurs, des erreurs ou de fausses interprétations mécaniques [*Sur le mécanisme de soulèvement du corps sur la pointe des pieds* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 15 mai 1897 et 17 mars 1900)].

Les résultats publiés dans les *Comptes rendus* (séance du 23 mars 1908) sont donc loin d'être nouveaux.

A ce propos, je ferai remarquer que cette exagération de la force par rapport à l'effet utile est fréquente dans l'organisme; car (d'ailleurs en dehors du cas actuel qui, complexe, ne rentre pas dans le cas ordinaire) la forme habituelle est celle du levier du troisième genre. Mais ce n'est pas non plus exclusivement dans un but de multiplication du déplacement, puisque dans l'organisme la contraction d'un muscle gêné par ses attaches est loin d'être satisfaite. La raison de cette double prodigalité (exagération de la force, faible utilisation de l'amplitude de contraction) est simplement la gracilité de forme des membres liée à leur usage.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AVRIL 1907.

Itinéraire dans le Haut-Atlas marocain, par LOUIS GENTIL; Carte dressée et dessinée avec la collaboration de MARIUS CHESNEAU, échelle de $\frac{1}{250000}$, avec une *Esquisse orographique du Maroc,* par LOUIS GENTIL. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 feuille in-plano. (Présenté par M. le prince Roland Bonaparte, au nom de la Société de Géographie.)

Sur l'action exclusive des forces Maxwell-Bartoli dans la gravitation universelle, par THOMAS TOMMASINA. Genève, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Note on some meteorological uses of the polariscope, by LOUIS BELL. (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences;* t. XLIII, n° 15, mars 1908.) 1 fasc. in-8°.

Archives de l'Institut botanique de Liége; t. IV. Bruxelles, Hayez, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. A. Gravis.)

Deutsche chemische Gesellschaft. Mitgleider Verzeichniss, abgeschlossen am 1 Januar 1908. Berlin, 1 fasc. in-8°.

Report of the seventy-seventh meeting of the British Association for the Advancement of Science, Leicester, 21 july-7 august 1907. Londres, John Murray, 1908; 1 vol. in-8°.

Report of the Commissioner of Education for the year ending june 30, 1906; t. II. Washington, 1908; 1 fasc. in-8°.

Report of the meteorological Service of Canada, by R.-F. STUPART, for the year ended december 31, 1905. Ottawa, 1907; 1 vol. in-4°.

Boletim do Museu Gœldi (Museu Paraense) de historia natural e ethnographia; t. V, n° 1. Para, 1907-1908; 1 vol. in-8°.

Zeitschrift für Balneologie, Klimatologie und Kurort-Hygiene; Jahrgang I, n° 1. Berlin, 1908; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société royale zoologique et malacologique de Belgique; t. XLI et XLII, 1906 et 1907. Bruxelles, M. Weissenbruch, 1907; 2 vol. in-8°.

Memoirs of the Department of Agriculture in India; t. I, n° 6: *The loss of water from soil during dry weather,* by J. WALTER LEATHER. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 AVRIL 1908.

L'Europe dans l'Amérique latine. Le voyage de M. Bénard, par EUGENIO GARZON, précédé d'une lettre de M. AUGUSTO COELHO. Paris, Philippe Renouard, 1908; 1 fasc. in-8°.

Observations sur le synchronisme des divisions stratigraphiques établies pour le bassin houiller de la Cèze, par LOUIS VEDEL. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'études des Sciences naturelles de Nîmes,* 35e année, 1907.) Nîmes; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. XXVI, 1907. Paris, Masson et Cie; Lyon, H. Georg, 1908; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France; Supplément au Bulletin du 15 avril 1908 : *Comptes rendus de l'Assemblée générale de* 1908, 39e session, fasc. 2. Paris, 1908; 1 fasc. in-8°.

Questions et communications d'un Égyptien amateur, par ODORICO CEPICH. Alexandrie, 1908; 1 fasc. in-12.

Illustrazione del secondo volume dell erbario di Ulisse Aldrovandi, per G.-B. DE TONI. Venise, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Die wahre Ursache der Ebbe und Flut, von AUGUST FRENTZEN. Leipzig, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Tacubaya. Carta fotografica del Cielo; zona — 16° : n^{os} 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65. 10 feuilles in-plano.

The new theory of earthquakes and mountain formation, as illustrated by processes now at work in the depths of the sea, by T.-J.-J. SEE. (Extr. des *Proceedings of the American Philosophical Society*, t. XLVI, 1907.) 1 fasc. in-8°.

Reise im Djair, Urkaschar und Ssemisstai im Sommer 1906, von Prof. W.-A. OBRUTSCHEW. (Extr. de *D^r A. Petermanns Geog. Mitteilungen*, 1908, H. II.) 1 fasc. in-4°.

Contributions from the United States national Herbarium; t. X, Part 6 : *The Cyperaceæ of Costa Rica*, by C.-B. CLARKE; Part 7 : *Studies of tropical american ferns*, n° 1, by WILLIAM.-R. MAXON. Washington, 1908; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Institut chimique et bactériologique de l'État à Gembloux, n° 75, 1908. Bruxelles, E. Daem; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AVRIL 1908.

Emanuel Swedenborg opera quædam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus, nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ scientiarum Suecicæ; II, *Cosmologica;* introductionem adjunxit SVANTE ARRHENIUS, edidit ALFRED-H. STROH. Stockholm, H. Stroh; 1 vol. in-4°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1907, *et programme des travaux pour l'exercice de* 1908. Leyde, E.-J. Brill, 1908; 1 fasc. in-4°.

La Gynécologie dans l'iconographie antique, par M. FÉLIX REGNAULT. (Extr. de la *Revue de Gynécologie et de Chirurgie abdominale*, n° 1, février 1907.) Paris, Masson et C^{ie}; 1 fasc. in-8°.

Les maladies du nez et les terres cuites grecques de Smyrne, par F. REGNAULT. (Extr. des *Archives internationales de Laryngologie*.) Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; 9^e série, t. X, n° 1, 1908. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure; 8^e série, t. VIII, 1907. Nantes, 1908; 1 vol. in-8°.

Exposé succinct d'une théorie des phénomènes naturels du règne inorganique basé sur les lois, les principes et les faits incontestés, par CH. SPINNAEL, avec planches. Bruxelles, A. Lesingne, 1908; 1 fasc. in-8°.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia, pub. by order of the Government of Netherland's East-India, by Dr W. VAN BEMMELEN; t. XXVIII, 1905 : *Containing meteorological, magnetical and seismometric observations made in* 1905. Batavia, 1907; 1 vol. in-4°.

M. PEDRO FARRERAS fait hommage des trois Opuscules suivants :

La motilidad volontaria y la finalidad de su disminución en el miedo. Saragosse, 1903; 1 fasc. in-8°.

Elefantiasis palpebrales desarroladas a consecuencia de flegmasias y sobre todo de repetidas erisipelas faciales. Barcelone, 1903; 1 fasc. in-8°.

El rayo y el agua subterranea. Madrid, 1908; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** met sous les yeux de l'Académie la belle copie du portrait de *Descartes*, par David Beck, qui lui est envoyée par l'Académie des Sciences de Stockholm. Les Membres de l'Académie examinent avec un grand intérêt ce portrait vraiment digne du grand philosophe français et décident que des remercîments seront adressés en leur nom à leurs Confrères de Stockholm par les Secrétaires perpétuels.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formules relatives aux minima des classes de formes quadratiques binaires et positives.* Note de M. G. **Humbert.**

Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 21 octobre 1907, j'ai fait connaître quelques formules où figurent les minima des classes de discriminant donné; par les mêmes méthodes, j'ai obtenu des relations nouvelles, dont voici les plus simples.

I. On sait qu'on appelle *minima* d'une classe les trois plus petits entiers représentables *proprement* par les formes de cette classe; lorsque celle-ci est de l'ordre propre, primitive ou non, deux des minima sont impairs, le troisième est pair. Dans ce qui suit, nous désignerons par m_1 et m_2 ($m_1 \leqq m_2$) les minima impairs, par m le minimum pair d'une classe; enfin m' repré-

sentera un quelconque des nombres m_1, m_2. Je définis maintenant trois fonctions numériques par les conditions suivantes :

1° $\psi(n)$ sera la somme des diviseurs de n inférieurs à $\sqrt{n}$; toutefois, si n est carré, on ajoutera le terme $\frac{1}{2}\sqrt{n}$.

2° $\chi(n)$ sera la somme $\sum \delta(-1)^{\delta+\delta_1}$, étendue à toutes les décompositions en facteurs $n = \delta\delta_1$, avec $\delta < \delta_1$; toutefois, si n est carré, $\chi(n)$ comprendra, en outre, le terme $\frac{1}{2}\sqrt{n}$.

On a $\chi(n) = \psi(n)$ pour n impair; et $\chi(n) = -\psi(n)$ pour $n \equiv 2 \pmod 4$.

3° $\omega(n)$ sera la somme $\sum d(-1)^{\frac{d+d_1}{2}+1}$, étendue à toutes les décompositions $n = dd_1$, où d et d_1 sont *de même parité*, et $d < d_1$. Toutefois, si n est carré, $\omega(n)$ comprendra, en outre, le terme $\frac{1}{2}\sqrt{n}(-1)^{\sqrt{n}+1}$.

Pour

$$\begin{aligned} n &\equiv 2 \pmod 4), & \omega(n) &= 0; \\ n &\equiv 3 \pmod 4), & \omega(n) &= -\psi(n); \\ n &\equiv 1 \pmod 4), & \omega(n) &= \psi(n); \\ n &\equiv 4 \pmod 8), & \omega(n) &= -2\psi\left(\frac{n}{4}\right). \end{aligned}$$

Cela posé, on a les quatre formules générales qui suivent :

$$(1) \qquad \sum m'\left(\frac{-1}{m'}\right) = 2(-1)^{N+1}\sum_{x \gtreqless 0} \omega(N - x^2).$$

Au premier membre, la somme porte sur tous les couples de minima impairs, m', des classes positives, de l'ordre propre, primitives ou non, de discriminant N; le symbole $\left(\frac{-1}{m'}\right)$ est celui de Jacobi. Au second membre, la somme s'étend aux valeurs entières de $x \gtreqless 0$, telles que la quantité sous le signe ω soit *positive*.

$$(2) \qquad \sum |m' - m|\left(\frac{-1}{m'}\right) = 2(-1)^{\frac{N(N-1)}{2}}\sum_{x \gtreqless 0} \chi(N - x^2).$$

Au premier membre, la somme porte toujours sur les minima des classes positives, de l'ordre propre, de discriminant N; $|m' - m|$ désigne la valeur absolue de $m' - m$.

Les mêmes remarques s'appliquent aux deux dernières formules, à savoir

$$(3) \qquad \sum |m' - m| \left(\frac{-1}{m' - m}\right) = 2(-1)^{N+1} \sum_{x \gtreqless 0} (-1)^x \omega(N - x^2),$$

$$(4) \quad \sum (m' + m)\left(\frac{-1}{m'}\right) - \sum |m' - m| \left(\frac{-1}{m'}\right) = (-1)^{\frac{N(N-1)}{2}} \sum_{x \gtreqless 0} \psi[4N - (2x+1)^2].$$

Ces formules donnent ainsi l'expression de chacune des quatre sommes algébriques de minima

$$\sum m'\left(\frac{-1}{m'}\right), \quad \sum |m' - m| \left(\frac{-1}{m'}\right), \quad \sum m\left(\frac{-1}{m'}\right), \quad \sum |m' - m| \left(\frac{-1}{m' - m}\right),$$

à l'aide des *deux* seules fonctions numériques $\omega(n)$ et $\chi(n)$, puisque $\psi(2n+1)$ est égal à $\chi(2n+1)$.

Ajoutons que, si N est un carré impair, n^2, parmi les réduites propres de discriminant N figure $n(x^2+y^2)$, dont les minima sont $m_1 = m_2 = n$; $m = 2n$: les termes correspondant à cette réduite dans les premiers membres de nos formules doivent être divisés par 2.

Vérifions, par exemple, la formule (1) pour $N = 9$. Les réduites (de l'ordre propre) de discriminant 9 sont (1, 0, 9); (2, 1, 5); (3, 0, 3), cette dernière ne devant être comptée que pour $\frac{1}{2}$, par ce qui précède. Les minima impairs m_1, m_2 de ces formes sont respectivement 1, 9; 5, 5; 3, 3; et le premier membre de (1) est ainsi $1 + 9 + 5 + 5 - \frac{3}{2} - \frac{3}{2}$, c'est-à-dire 17.

Le second membre est

$$2\omega(9) + 4\omega(8) + 4\omega(5) = 2\left[1 + \frac{3}{2}\right] + 4[2] + 4[1] = 17,$$

et la formule est vérifiée.

II. Des relations précédentes on peut déduire quelques conséquences relativement aux fonctions ψ, χ, ω.

Par exemple, si $N \equiv 2 \pmod 4$, les symboles $\left(\frac{-1}{m_1}\right)$ et $\left(\frac{-1}{m_2}\right)$ sont de signes contraires, de sorte que $\sum m\left(\frac{-1}{m'}\right) = 0$. Calculant cette somme par (4), (1) et (2), on arrive à la formule suivante :

$$\sum_{x \gtreqless 0} \psi[4N - (2x+1)^2] = 2 \sum_{x \gtreqless 0} \psi(N - 4x^2),$$

pour $N \equiv 2 \pmod 4$.

Même conclusion si $N \equiv 3 \pmod 4$, ce qui donne

$$\sum_{x \gtreqless 0} \psi[4N - (2x+1)^2] = 2 \sum_{x \gtreqless 0} \psi[N - (2x+1)^2],$$

pour $N \equiv 3 \pmod 4$.

Si $N \equiv 5 \pmod 8$, on reconnaît directement que le premier membre de (1) est nul; il vient ainsi

$$\sum_{x \gtreqless 0} \omega(N - x^2) = 0,$$

ce qui s'écrit :

$$\sum_{x \gtreqless 0} \psi(N - 4x^2) = 2 \sum_{x \gtreqless 0} \psi\left[\frac{N - (2x+1)^2}{4}\right],$$

pour $N \equiv 5 \pmod 8$.

III. D'autres formules, analogues à (1), ne s'appliquent qu'à certaines valeurs de N; ainsi, pour $N \equiv 1 \pmod 4$, on a

$$\sum m_1 \left(\frac{-1}{m_1}\right) = \sum \frac{1}{2} m \left(\frac{-1}{\frac{1}{2} m}\right) = (-1)^{\frac{N-1}{4}} \sum_{x \gtreqless 0} \psi(N - 4x^2),$$

$$\sum m_2 \left(\frac{-1}{m_2}\right) - \sum m_1 \left(\frac{-1}{m_1}\right) = -4(-1)^{\frac{N-1}{4}} \sum_{x \gtreqless 0} \chi\left[\frac{N - (2x+1)^2}{4}\right].$$

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la découverte de la loi de la chute des graves.* Note de M. **Pierre Duhem**.

La loi fondamentale de la chute des corps est la suivante :

Lorsqu'un corps tombe en chute libre, sa vitesse croît proportionnellement à la durée de la chute.

Les anciens savaient que la chute des graves était accélérée; mais il ne paraît pas qu'ils aient connu la loi suivant laquelle ce mouvement s'accélérait. D'autre part, on sait que la loi précédemment formulée se trouve très nettement indiquée, et à plusieurs reprises, dans les manuscrits de Léonard de Vinci; rien ne laisse soupçonner, d'ailleurs, la voie par laquelle Léonard

était parvenu à reconnaître cette vérité; l'avait-il trouvée de lui-même? l'avait-il tirée de ses lectures? il ne nous en dit rien.

Nous voudrions montrer ici comment certaines idées, émises au Moyen-Age, avaient pu lui suggérer cette découverte.

Pendant très longtemps, les philosophes et les géomètres ont borné les ambitions de leur analyse à l'étude du mouvement uniforme; bien qu'ils connussent l'existence de mouvements dont la vitesse varie d'un instant à l'autre, ils ne tentaient pas de préciser la loi de cette variation; en particulier, il semble bien que l'on puisse parvenir à une époque avancée du Moyen-Age sans trouver, dans les écrits des géomètres, la définition du mouvement uniformément varié. Jean de Meurs n'en parle aucunement dans le traité *De mobilibus et motis*, qui est le premier traité du Livre IV de son *Opus quadripartitum numerorum*, achevé le 13 novembre 1343; Bradwardin n'en parle pas davantage en son *Tractatus de proportionalitate motuum in velocitate*, qui doit être à peu près contemporain du traité de Jean de Meurs, puisque Bradwardin est mort en 1349.

En revanche, la notion de mouvement uniformément varié se trouve nettement définie dans les Ouvrages d'Albert de Saxe, qui enseigna à l'Université de Paris de 1351 à 1361.

En ses *Quaestiones subtilissimae in libros de Cœlo et Mundo* [In lib. II, quaest. 14 (1)], il fait une étude extrêmement remarquable de la chute accélérée d'un grave.

Il remarque d'abord que cette proposition : *Le mouvement devient plus intense vers la fin*, peut s'entendre de diverses manières. Selon un premier sens, le mouvement (et par ce mot Albert, comme tous ses contemporains, entend l'*intensitas motus*, c'est-à-dire ce que nous nommons la *vitesse instantanée*) peut croître en devenant double, triple, quadruple, ... Selon un second sens, il peut croître de telle manière qu'à sa valeur première s'ajoute la moitié de cette valeur, puis la moitié de cette moitié, etc. En langage moderne, on dirait que les accroissements de vitesse peuvent suivre une progression arithmétique, ou qu'ils peuvent suivre une progression géométrique de raison fractionnaire.

Ces énoncés nous paraissent incomplets. Quelle est la variable indépendante à laquelle sont rapportées les valeurs de la vitesse dont Albert fait

(1) Cette question capitale n'a pas été reproduite dans les deux éditions d'écrits d'Albert de Saxe, de Thémon et de Jean de Buridan que Georges Lockert a données à Paris, en 1516 et en 1518.

mention? Son silence à cet égard provient de ce qu'il suppose son lecteur au courant de la Science de son temps, et la connaissance de cette Science nous permet de suppléer à ce silence. Lorsque les scolastiques du XIVe siècle traitaient de l'intensité d'une propriété quelconque (*intensio formæ*), ils la regardaient comme fonction de l'extension (*extensio*) de la même propriété; dans le cas du mouvement, ils distinguaient deux sortes d'extensions, l'extension selon le chemin parcouru (*extensio secundum distantiam*) et l'extension selon la durée (*extensio secundum tempus*).

Les énoncés abrégés d'Albert doivent donc s'entendre ainsi :

Lorsque l'on fait croître en progression arithmétique soit le chemin parcouru par le grave, soit la durée de la chute, on peut supposer ou bien que la vitesse croît en progression arithmétique, ou bien que les accroissements successifs de la vitesse suivent une progression géométrique de raison moindre que l'unité.

Pour fixer son choix, il invoque à titre d'axiome une proposition qu'il regarde comme l'expression de la pensée d'Aristote : « Si un grave était placé infiniment loin du centre du Monde et si on le laissait tomber, la vitesse de ce grave croîtrait au delà de toute limite alors qu'il approcherait du centre, mais elle ne deviendrait pas infinie avant qu'il eût atteint ce point. »

Fort de cet axiome, Albert exclut les lois de chute de la seconde forme, car, selon ces lois, la vitesse du mouvement ne pourrait croître au delà de toute limite.

Une considération du même genre lui permet d'exclure certaines lois que l'on pourrait proposer. On ne pourrait imaginer que la vitesse crût en progression arithmétique alors que les accroissements successifs du temps formeraient une progression géométrique de raison $\frac{1}{2}$, ou alors que les accroissements successifs de l'espace parcouru suivraient la même progression. Ces hypothèses, en effet, assigneraient à la vitesse de chute une valeur infinie avant la fin du mouvement, quelque petite que soit la durée de ce mouvement ou quelque petit que soit l'espace parcouru, ce qui est faux : « *Nam tunc sequeretur quod quilibet motus naturalis qui per quantumcunque tempus parvum duraret, vel quo quantumcunque parvum spatium pertransiretur, ad quemcunque gradum velocitatis pertingeret ante finem. Modo est falsum.* » La finesse avec laquelle Albert de Saxe a su découvrir l'impossibilité de telles lois et la précision avec laquelle il l'a signalée sont bien dignes de remarque.

Il faut donc entendre, ajoute-t-il, que l'intensité du mouvement du grave devient double, triple, etc., dans le sens suivant : quand un certain espace

a été parcouru, ce mouvement a une certaine intensité (vitesse); quand un espace double a été parcouru, la vitesse est double; quand l'espace parcouru est triple, elle est triple et ainsi de suite. Cette supposition s'accorde avec la proposition attribuée à Aristote : « *Et ideo tertia conclusio intelligitur quod intenditur per duplum, triplum, etc., ad istum intellectum, quod quando ipso pertransitum est aliquod spatium est aliquantus, et quando ipso est pertransitum duplum spatium est in duplo velocior, et quando ipso pertransitum est triplum spatium est in triplo velocior, et sic ultra. Et ad istum intellectum vadit auctoritas Aristotelis...* »

La loi ainsi formulée par Albert de Saxe comme loi possible de la chute des graves n'est pas la proportionnalité de la vitesse à la durée de chute; c'est la proportionnalité de la vitesse à l'espace parcouru. On sait que cette loi avait séduit Galilée en sa jeunesse et qu'il en a, plus tard, démontré l'absurdité. Mais on doit remarquer qu'en l'analyse d'Albert, l'*extensio secundum tempus* est, constamment, mise en parallèle de l'*extensio secundum distantiam;* la concision seule de son exposé l'a sans doute empêché de signaler comme également recevable la proportionnalité de la vitesse au temps de chute; l'attention d'un lecteur intelligent pouvait se porter sur cette dernière loi aussi bien que sur la loi formellement énoncée.

Le passage que nous venons d'étudier a donc fort bien pu suggérer à Léonard de Vinci la découverte de la véritable loi de la chute des graves. Nous avons établi (¹), en effet, que le grand peintre devait bon nombre de ses opinions scientifiques aux *Quæstiones in libros de Cælo et Mundo* d'Albert de Saxe, qu'il a formellement citées.

La *Question* d'Albert de Saxe a pu influer également sur les recherches des divers autres mécaniciens de la Renaissance, car le livre qui la contenait a joui, à cette époque, d'une grande vogue. Si on laisse de côté les deux éditions données à Paris en 1516 et en 1518, éditions qui ne renferment pas la *Question* dont il s'agit, celle-ci se trouve dans les *Quæstiones subtilissimæ in libros de Cælo et Mundo* éditées à Pavie en 1481, à Venise en 1492, 1497 et 1520.

En outre, vers la fin du xv^e siècle, le Parisien Pierre Tataret rédigea un petit manuel de philosophie intitulé : *Clarissima singularisque totius philosophiæ necnon metaphysicæ Aristotelis expositio* ou encore *Commentationes in libros Aristotelis secundum Subtilissimi Doctoris Scoti sententiam.* La vogue

(¹) Pierre Duhem, *Études sur Léonard de Vinci.* 1^{re} série. I : *Albert de Saxe et Léonard de Vinci.* Paris, 1906.

de ce résumé fut extrême; les éditions qui en furent faites étaient déjà au nombre de sept en l'an 1500; elles continuèrent à se multiplier pendant le premier tiers du XVI^e siècle. Or ce manuel reproduit textuellement (1) le passage d'Albert de Saxe que nous venons d'analyser.

L'opinion selon laquelle la vitesse de la chute d'un grave croîtrait d'une manière uniforme soit avec le chemin parcouru, soit peut-être avec le temps écoulé, était donc émise, dès le milieu du XIV^e siècle, à l'Université de Paris; vers l'an 1500, elle se trouvait grandement vulgarisée par les nombreuses éditions du *De Cœlo* d'Albert de Saxe et du manuel de Pierre Tataret. Cette opinion, qui fut sûrement connue de Léonard de Vinci, a pu lui suggérer les énoncés que nous relevons dans ses manuscrits.

M. **Émile Picard**, en déposant sur le Bureau le Tome II des *Œuvres d'Hermite*, s'exprime comme il suit :

Je présente à l'Académie le Tome II des *Œuvres d'Hermite*, reproduisant les Mémoires qu'il a publiés de 1858 à 1872. J'y ai joint quelques Notes publiées par Hermite dans divers Ouvrages, un Chapitre de son *Cours d'Analyse à l'École Polytechnique*, et une Lettre sur les fonctions modulaires que, trois mois avant sa mort, il écrivait à M. Tannery.

Je tiens à dire combien le concours de M. Henry Bourget, Directeur de l'Observatoire de Marseille, m'a été précieux pour la préparation de ce Volume. Presque tous les calculs ont été refaits, et cette revision nous a amenés à opérer quelques modifications indiquées pour la plupart dans des Notes.

Je remercie M. Gauthier-Villars pour les soins qu'il donne à cette édition. Nous sommes heureux d'avoir pu placer au début de ce Volume un portrait d'Hermite, qui le représente aux environs de sa cinquantième année.

M. **Émile Picard** présente le premier fascicule de la seconde édition du Tome III de son *Traité d'Analyse*.

L'étude des équations différentielles, particulièrement en ce qui concerne les quantités réelles, a été complétée en plusieurs points.

(1) Tataret, *Op. cit.*, *De Cœlo et Mundo*, lib. II, tract. II, circa finem.

M. **Mosso**, Correspondant de l'Académie, adresse plusieurs exemplaires d'une brochure intitulée :

Renseignements sur les laboratoires scientifiques « A. Mosso » au col d'Olen (mont Rosa, Italie; altitude, 3000^m).

Il fait connaître en même temps à l'Académie que ces laboratoires sont adaptés non seulement pour les recherches de Physiologie, mais aussi pour celles de Botanique, de Bactériologie, de Zoologie, de Physiologie, de Physique terrestre et de Météorologie.

Deux postes d'études sont réservés aux savants français dans ces laboratoires.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un de ses Membres qui devra être présenté au choix de l'Institut pour occuper un siège au Conseil supérieur de l'Instruction publique.

M. **Darboux** réunit l'unanimité des suffrages exprimés.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Chamberland*, Sous-Directeur de l'Institut Pasteur, qui a été pendant de longues années le disciple et le collaborateur de Pasteur.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

Une lettre de Fontenelle, par M. A. Tougard.

Méthodes de Calorimétrie usitées au laboratoire thermique de l'Université de Moscou, par W. Louguinine et A. Schakarew. (Présenté par M. E.-H. Amagat.)

Science of Nature-History, par Nasarvanji Jivanji Readymoney.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales hyperelliptiques canoniques de seconde espèce*. Note de M. Z. KRYGOWSKI, présentée par M. E. Picard.

La forme donnée par M. H. Weber aux intégrales hyperelliptiques dites *canoniques de seconde espèce du genre* $\rho = 2$ permet de découvrir une loi simple pour la formation des coefficients, qui peut être étendue au cas des genres supérieurs.

Posons, avec M. Weber (voir le Tome 82 du *Journal de Crelle*),

$$r^2(x) = \gamma_5 x^5 + \gamma_4 x^4 + \gamma_3 x^3 + \gamma_2 x^2 + \gamma_1 x,$$

et désignons par w_k et e_k ($k = 1, 2$) les intégrales suivantes de première et seconde espèces :

$$w_k = \int \frac{x^{k-1}\,dx}{r(x)}, \qquad e_k = \int \frac{x^{k+1}\,dx}{r(x)} \qquad (k = 1, 2).$$

Le Tableau des périodes le long des coupures a_1, a_2, b_1, b_2 étant respectivement

	(a_1).	(a_2).	(b_1).	(b_2).
(w_1)	$2K_2$,	$2K_3$,	$2iK_1$,	$2iK_4$,
(w_2)	$2L_2$,	$2L_3$,	$2iL_1$,	$2iL_4$,
(e_1)	$2E_2$,	$2E_3$,	$2iE_1$,	$2iE_4$,
(e_2)	$2G_2$,	$2G_3$,	$2iG_1$,	$2iG_4$,

M. Weber écrit les intégrales dites *canoniques de seconde espèce*, dont le Tableau des périodes est le suivant :

(a_1).	(a_2).	(b_1).	(b_2).
0,	0,	$-4\pi i$	0,
0,	0,	0,	$-4\pi i$,

sous la forme

$$(\text{A}) \begin{cases} \xi_1 = \displaystyle\int \frac{3\gamma_5 G_2 + 2\gamma_4 E_2 + \gamma_3 L_2 + (\gamma_5 E_2 - \gamma_3 K_2)x - (\gamma_5 L_2 + 2\gamma_4 K_2)x^2 - 3\gamma_5 K_2 x^3}{r(x)}\,dx, \\ \xi_2 = \displaystyle\int \frac{3\gamma_5 G_3 + 2\gamma_4 E_3 + \gamma_3 L_3 + (\gamma_5 E_3 - \gamma_3 K_3)x - (\gamma_5 L_3 + 2\gamma_4 K_3)x^2 - 3\gamma_5 K_3 x^3}{r(x)}\,dx. \end{cases}$$

Or, en écrivant trois séries

$$\begin{array}{ccccccccc} & 0, & G_2, & E_2, & L_2, & K_2, & 0, & 0, & \\ & 0, & \gamma_5, & \gamma_4, & \gamma_3, & \gamma_2, & \gamma_1, & 0, & \rightarrow \\ \leftarrow & 4, & 3, & 2, & 1, & 0, & -1, & -2, & \end{array}$$

dont la première et la seconde, outre les périodes et les coefficients du polynome $r^2(x)$, sont formées de zéros et la troisième contient la série des nombres entiers positifs et négatifs, imprimons un mouvement de translation à la deuxième série à droite, à la troisième série à gauche, en ayant soin chaque fois d'effectuer l'addition des produits des termes situés les uns au-dessus des autres. On aura alors les expressions suivantes :

$$\begin{gathered} 3\gamma_5 G_2 + 2\gamma_4 E_2 + \gamma_3 L_2, \\ \gamma_5 E_2 - \gamma_3 K_2, \\ -\gamma_5 L_2 - 2\gamma_4 K_2, \\ -3\gamma_5 K_2, \end{gathered}$$

qui concordent avec les coefficients des différentes puissances de x au numérateur de la première formule (A). En écrivant de même les séries

$$\begin{array}{cccccccc} & 0, & G_3, & E_3, & L_3, & K_3, & 0, & 0, \\ & 0, & \gamma_5, & \gamma_4, & \gamma_3, & \gamma_2, & \gamma_1, & 0, \quad \rightarrow \\ \leftarrow & 4, & 3, & 2, & 1, & 0, & -1, & -2, \end{array}$$

et appliquant le même procédé, on obtient successivement les différents coefficients au numérateur de la seconde formule (A).

L'introduction de la notation de Weierstrass permet de présenter ces formules sous une forme symétrique ; de plus, on peut démontrer que la même loi de formation est aussi vraie dans le cas des intégrales hyperelliptiques canoniques des genres supérieurs.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Application des lois de la similitude à la propagation des déflagrations.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Vieille.

Il semble que les considérations suivantes soient assez larges pour contenir les diverses interprétations les plus vraisemblables de la propagation des déflagrations. J'adopterai ici les notations et les définitions de mon Mémoire *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (¹).

Dans les mouvements relativement lents des fluides, la conductibilité joue un rôle qui n'est pas négligeable (²). Dès lors, il peut arriver que la

(¹) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1905-1906.
(²) *Sur la similitude dans le mouvement des fluides* (*Comptes rendus*, 7 août 1905).

combustion d'un mélange *à réaction vive* soit représentée, dans l'espace des ρ, α, T, par une courbe cheminant au voisinage de la surface des faux équilibres limites. Sans même qu'on suppose cette courbe située sur ladite surface, une telle combustion peut être incomparablement plus lente qu'une combustion représentée par une courbe s'en éloignant notablement. Un même mélange peut donc donner, dans les détonations (phénomène sensiblement adiabatique), une combustion pratiquement instantanée, assimilable à une discontinuité, c'est-à-dire une onde de choc et combustion et, dans les déflagrations, une combustion encore rapide sans doute, mais de vitesse appréciable. On est ainsi conduit à poser, comme première équation du problème des déflagrations, comme équation chimique, celle qui donne la vitesse de combustion du mélange :

$$\frac{\partial\alpha}{\partial t} = g\left(\rho, \alpha, \mathrm{T}, \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial t}, \frac{\partial\rho}{\partial t}\right).$$

La zone de combustion n'est pas ici considérée comme une surface d'onde. Elle est néanmoins assez étroite et, par suite, il peut être convenable de n'y pas négliger la viscosité. F étant le potentiel interne, δf le travail virtuel de la viscosité mécanique, δj celui des forces d'inertie, on aura les équations mécaniques du mouvement en écrivant

$$\mathbf{S}\frac{\partial \mathrm{F}}{\partial\rho}\delta\rho\, dm - \mathbf{S}\,\delta f\, dm - \mathbf{S}\,\delta j\, dm = 0.$$

Il faut ajouter enfin l'équation physique de la conductibilité, celle qu'a donnée Kirchhoff [1], convenablement complétée par l'adjonction d'un terme en $\frac{\partial\alpha}{\partial t}$ dans l'expression de la chaleur dégagée.

Les formules donnant la vitesse de propagation de la surface d'inflammation sont inconnues, mais elles sont inutiles ici.

On peut, avec les trois groupes d'équations ci-dessus mentionnés, rechercher quelles devraient être, un premier mélange étant donné, les caractéristiques d'un second mélange pour que la déflagration en soit semblable à celle du premier. Bornons-nous au cas particulier où le second mélange, placé dans les mêmes conditions de densité et de température que le premier, a le même potentiel interne que lui. Il est facile de voir que, pour qu'il y ait similitude, les coefficients de viscosité devraient être dans

[1] *Theorie der Wärme*, p. 118.

le rapport inverse et ceux de conductibilité dans le rapport direct des longueurs. Nous parlerons plus loin des conditions à remplir pour la fonction g.

Deux expériences, l'une en grand, l'autre en petit, faites dans un même mélange ne sont donc pas semblables, car les coefficients de viscosité et de conductibilité ne sont pas dans le rapport voulu. C'est là sans doute la raison du phénomène des *charges limites* pour les explosifs détonant au sein d'un mélange d'air et de grisou (1).

Dans l'expérience en petit, la conductibilité est trop forte; le pouvoir refroidissant de la masse gazeuse est trop grand. Ce fait tend à adoucir la brusquerie de la variation de température produite par le passage de la flamme, ce qui est défavorable à la propagation : il est évident qu'avec une conductibilité infinie la propagation serait impossible, la température ne pouvant pas s'élever localement jusqu'au point d'inflammation. Il y a longtemps qu'on attribue l'extinction des flammes par les toiles métalliques au pouvoir refroidissant de celles-ci, et nous retrouverions cette explication dans notre analyse si nous y supposions le mélange au contact de solides conducteurs. Le pouvoir refroidissant de la masse gazeuse ambiante joue de même. Il a d'ailleurs été déjà invoqué par MM. Mallard et Le Chatelier pour expliquer l'influence du volume de la source produisant l'inflammation d'un mélange. Ce qui précède n'est, au fond, que l'explication de ces auteurs présentée un peu différemment et généralisée.

Dans l'expérience en petit, il faudrait aussi, pour qu'il y ait similitude, que $\frac{\partial \alpha}{\partial t}$ fût augmentée dans le rapport inverse des longueurs. Supposons la fonction g indépendante de $\frac{\partial \rho}{\partial t}$, $\frac{\partial T}{\partial t}$. Dans ce cas, g a la même valeur dans les deux expériences; donc, dans l'expérience en petit, g est trop petite, le mélange est à combustion trop lente; on comprend que cela ne favorise pas la propagation de la déflagration; il y a encore ici tendance à l'adoucissement de la variation brusque de température. Si g dépend de $\frac{\partial \rho}{\partial t}$, $\frac{\partial T}{\partial t}$, il suffit qu'elle croisse moins vite que $\frac{\partial \rho}{\partial t}$, $\frac{\partial T}{\partial t}$ pour que ces considérations subsistent.

(1) L'explosif peut provoquer au sein du mélange une onde de choc (sans combustion). Cette circonstance ne modifie pas le raisonnement. L'existence d'une onde de choc (sans combustion) dans les gaz parfaits, n'altérant pas la similitude [*Sur les fluides physiquement semblables* (*Comptes rendus*, 2 septembre 1907)], ne saurait corriger une altération produite par ailleurs.

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison des dynamos à courant continu série et shunt au point de vue de la rapidité d'amorçage.* Note de M. **Paul Girault**, présentée par M. Mascart.

Considérons une machine bipolaire et soient :

N, I et R respectivement le nombre de spires, l'intensité instantanée du courant et la résistance de l'enroulement série;
n, i et r les mêmes éléments pour l'enroulement shunt;
N', I' et R' le nombre de conducteurs actifs, l'intensité et la résistance de l'induit;
ω la vitesse angulaire en tours par seconde;
I_1 et R_1 l'intensité et la résistance du circuit extérieur;
Φ et $\mathcal{R}$ le flux inducteur instantané et la réluctance correspondante; pour simplifier, nous faisons abstraction de la dispersion;
$\psi = \frac{d\Phi}{dt}$ la rapidité d'amorçage au temps t.

Pour qu'une dynamo puisse s'amorcer, un flux rémanent initial Φ_0 est nécessaire. Nous en tiendrons compte en supposant une force magnétomotrice initiale de rémanence $4\pi n_0 i_0$ telle que

$$\Phi_0 = \frac{4\pi n_0 i_0}{\mathcal{R}_0}.$$

Machine série. — On obtient, en posant $\Sigma R = R + R' + R_1$,

$$\psi_0 = \frac{d\Phi}{dt} = \Phi\left(\frac{N'}{N}\omega - \frac{\mathcal{R}\Sigma R}{4\pi N^2}\right) + \frac{\mathcal{R}_0\Phi_0}{4\pi N^2}\Sigma R.$$

Pour $t = 0$, $\Phi = \Phi_0$ et, par suite,

$$\psi_0 = \frac{N'}{N}\omega\,\Phi_0,$$

quantité essentiellement positive si N', N et ω sont positifs, c'est-à-dire si la machine est convenablement connectée pour son sens de rotation. Il en résulte qu'à toute vitesse angulaire ω correspond un amorçage; *il n'y a pas en toute rigueur de vitesse minima d'amorçage.*

La machine terminera son amorçage pour $\psi = 0$, c'est-à-dire pour une valeur $\mathcal{R}_m$ de

la réluctance donnée, par

$$\mathcal{R}_m = \mathcal{R}_0 \frac{\Phi_0}{\Phi_m} + \frac{4\pi NN'}{\Sigma R}\omega,$$

Φ_m étant le flux final d'amorçage pour la vitesse angulaire ω.

A chaque valeur de ω *correspond donc un flux final d'amorçage* Φ_m, et, inversement, *pour obtenir un flux final d'amorçage* Φ_m *il faut que la machine tourne à la vitesse angulaire* ω_m *définie par*

$$\omega_m = \frac{\Sigma R}{4\pi NN'}\left(\mathcal{R}_m - \frac{\Phi_0 \mathcal{R}_0}{\Phi_m}\right).$$

La machine s'amorce *franchement* lorsque ω_m est telle que Φ_m soit le flux correspondant à l extrémité supérieure de la partie droite (commencement du coude) de la caractéristique magnétique :

$$\Phi_m = \Phi_c.$$

Comme pour cette valeur $\mathcal{R}_c$ est peu différent de $\mathcal{R}_0$, on peut écrire

$$\omega_c = \frac{\mathcal{R}_c \Sigma R}{4\pi NN'}\left(1 - \frac{\Phi_0}{\Phi_c}\right).$$

Enfin, si l'on néglige Φ_0 devant Φ_c, on retombe sur la formule bien connue de S.-P. Thompson,

$$\omega_c = \frac{\mathcal{R}_c \Sigma R}{4\pi NN'},$$

qui donne *approximativement* la vitesse critique correspondant à l'amorçage *franc*. Pour les valeurs de ω inférieures à ω_c, on n'a qu'un amorçage hésitant : la machine cherche à gravir la partie pratiquement droite de sa caractéristique magnétique, mais s'arrête en route.

Machine shunt. — On obtient de manière analogue

$$\psi = \frac{d\Phi}{dt} = \Phi\left[\frac{N'}{n}\omega\frac{R_1}{R'+R_1} - \frac{\mathcal{R}}{4\pi n^2}\left(r + \frac{R_1 R'}{R_1 + R'}\right)\right] + \frac{\Phi_0 \mathcal{R}_0}{4\pi n^2}\left(r + \frac{R_1 R'}{R_1 + R'}\right).$$

Pour $t = 0$,

$$\Phi_0 = \frac{N'}{n}\omega\frac{R_1}{R_1 + R'}\Phi_0,$$

quantité positive si N', n et ω sont positifs ; *la machine s'amorce encore pour toute vitesse.*

L'amorçage se termine pour $\psi = 0$, soit pour

$$\mathcal{R}_m = \mathcal{R}_0 \frac{\Phi_0}{\Phi_m} + \frac{4\pi N' n\omega}{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}.$$

A chaque valeur de ω *correspond encore un flux final* Φ_m, et, inversement, *pour obtenir un flux final* Φ_m *il faut une vitesse angulaire*

$$\omega_m = \frac{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}{4\pi N' n}\left(\mathcal{R}_m - \frac{\Phi_0 \mathcal{R}_0}{\Phi_m}\right).$$

La machine s'amorce *franchement* pour $\Phi_m = \Phi_c$, et l'on a sensiblement

$$\omega_c = \frac{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}{4\pi N' n}\mathcal{R}_c\left(1 - \frac{\Phi_0}{\Phi_c}\right)$$

et, en négligeant Φ_0 devant Φ_c,

$$\omega_c = \frac{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}{4\pi N' n}\mathcal{R}_c,$$

c'est-à-dire la formule de S.-P. Thompson donnant la vitesse critique d'amorçage *franc*.

Comparaison des rapidités d'amorçage. — Attribuons les indices s et d respectivement à la machine série et à la machine shunt (dérivation), et négligeons les termes en Φ_0 dont l'importance diminue très vite à mesure que l'amorçage se produit.

Si nous considérons, pour une même valeur instantanée du flux, deux dynamos série et shunt équivalentes, c'est-à-dire ayant même circuit magnétique, même puissance, même spire moyenne d'enroulement, même effet Joule dans les enroulements et même vitesse angulaire, et si nous désignons par :

α le rapport commun aux deux machines de l'effet Joule dans l'enroulement inducteur à la puissance électrique utile,

β le rapport de l'effet Joule dans l'induit à la puissance utile,

On trouve aisément que

$$\frac{\psi_s}{\psi_d} = \frac{\beta + (1+\alpha)^2}{\alpha(1+\alpha)} = \frac{1}{\alpha} + 1 + \frac{\beta}{\alpha(1+\alpha)},$$

valeur voisine de $\frac{1}{\alpha} + 2$ et qui montre, par conséquent, que *l'enroulement série est celui donnant de beaucoup la plus grande rapidité d'amorçage.*

Cette propriété trouve son application dans les dynamos génératrices des véhicules dits *à transmission électrique.*

RADIOGRAPHIE. — *Nouvelle méthode permettant de constater, par la radiographie, si un enfant déclaré né mort a vécu ou n'a réellement pas vécu.* Note de M. **Charles Vaillant**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le travail que j'ai l'honneur de présenter a pour but de permettre de contrôler, par la radiographie, les premières phases de la vie chez les nouveau-nés : dire si un enfant mort a ou n'a pas vécu.

On peut dès à présent, par l'examen radiographique du cadavre d'un nouveau-né, constater si un enfant a respiré, s'il a vécu et si on lui a donné quelque alimentation.

Ce procédé nouveau sera, je l'espère, un auxiliaire précieux pour messieurs les médecins légistes, dont les moyens d'investigation sont très restreints. C'est ainsi que l'enfant n° II autopsié, et pour lequel on a pratiqué la docimasie hydrostatique, fut déclaré né mort alors qu'il avait vécu 14ʰ.

Ce travail se décompose en cinq parties :

1° *Enfants n'ayant pas vécu du tout.* — Aucun organe n'est visible sur la radiographie.

2° *Enfants ayant eu quelques inspirations.* — L'estomac seul est perceptible; plus les inspirations ont été nombreuses, plus cet organe augmente de transparence, de visibilité et de volume, passant de la grosseur d'un petit pois à celle d'une énorme fève, en certains cas.

3° *Enfants ayant vécu de 1 heure à 14 heures.* — L'estomac est plus transparent et a encore augmenté de volume; l'intestin devient visible sur la radiographie.

4° *Enfants ayant vécu plusieurs jours sans alimentation.* — En plus des organes abdominaux, les poumons, qui n'étaient pas perméables aux rayons X jusqu'à ce moment, deviennent transparents et visibles sur la radiographie; le foie se dessine nettement, puis l'ombre du cœur dont l'image n'est pas toujours très nettement lisible.

5° *Enfants alimentés pendant plusieurs jours.* — Tous les organes sont plus visibles, et la masse des gaz contenus dans l'intestin, étant plus considérable, permet d'obtenir une image beaucoup plus intense de la masse intestinale.

Comme on peut s'en rendre compte par les séries d'épreuves qui accompagnent cette Communication, en cas de mortalité d'un nouveau-né, le laps de temps vécu peut être déterminé dans une certaine limite par l'examen radiographique des organes abdominaux. La radiographie de la masse pulmonaire, ne permettant d'obtenir un renseignement que très tardivement, ne devrait jamais être employée que comme complément d'investigation.

Conclusions. — Enfants n'ayant pas vécu : *aucun organe de visible* sur la radiographie.

Enfants ayant eu quelques inspirations : *l'estomac est le premier organe perceptible.*

Enfants dont la vie a progressé normalement : *l'estomac et la masse intestinale, second organe visible.*

Enfants ayant vécu quelque temps sans alimentation : *estomac, intestins, poumons, foie et cœur visibles.*

Enfants ayant vécu et ayant été alimentés : *tous les organes sont plus visibles que précédemment.*

Il résulte donc de cet exposé qu'on peut, au moyen de la radiographie, dire si un enfant décédé naturellement a vécu ou non.

Chaque fois qu'un enfant aura vécu, ses organes abdominaux seront visibles sur le cliché radiographique ; quand il n'aura pas vécu, aucun organe ne sera visible.

Le méconium reste totalement étranger à tous ces phénomènes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'étincelle ultra-violet du dysprosium et sur les propriétés magnétiques remarquables de cet élément.* Note de M. **G. Urbain**, présentée par M. Haller.

1° *Spectre.* — On ne connaît encore d'autre spectre d'étincelle du dysprosium que le spectre visible obtenu par M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. CII, 1886, p. 155) et contenant seulement les cinq raies nébuleuses 583,5, 575,0, 570, 526,9, 525,9. Ce spectre a été attribué à l'élément Z_γ. Demarçay a, d'autre part (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 388), donné quelques raies ultra-violettes du dysprosium comme caractéristiques de l'élément Δ.

Le dysprosium que j'ai obtenu à l'état de pureté et dont je n'ai pu faire varier les propriétés par de multiples fractionnements systématiques présente ces raies avec un vif éclat, à l'exclusion des autres terres; et ces raies se comportent dans les fractionnements de la même manière que le spectre d'absorption à l'aide duquel M. Lecoq de Boisbaudran a découvert et défini le dysprosium.

Il n'est donc pas douteux que ces raies caractérisent cet élément au même titre que ses bandes d'absorption. Toutefois, la connaissance de ces quelques raies m'ayant semblé insuffisante, j'ai fait de nombreuses mesures sur les

différentes photographies que j'ai obtenues du spectre d'étincelle du dysprosium dans les régions ultra-violettes. Ce spectre est l'un des plus riches en raies parmi les éléments de la famille des terres rares. Je ne donne ici que les principales ou, du moins, celles qui m'ont semblé absolument certaines, parce que mes appareils ne me permettent pas de faire des mesures avec une précision suffisante pour que l'attribution de très faibles raies ne laissent pas place à quelques doutes.

Les nombres qui figurent dans la liste suivante sont certainement exacts à $\frac{2}{10}$ près d'unité Angström :

2872,0	forte	3385,9	très forte	3550,4	forte
2904,1	assez forte	3393,9	très forte	3551,7	forte
2948,5	assez forte	3396,3	forte	3574,0	
2950,4	forte	3420,0		3576,3	
2955,4	assez forte	3423,0		3591,3	assez forte
2969,2	forte	3434,7		3594,8	assez forte
3029,7		3439,1		3606,3	assez forte
3038,4	forte	3445,7	forte	3613,1	
3052,3	assez forte	3447,2		3620,3	
3060,6	assez forte	3456,7	assez forte	3630,5	forte
3062,7	assez forte	3461,1	très forte	3645,4	très forte
3109,8		3471,3	forte	3648,9	
3128,6	assez forte	3477,0	forte	3695,0	forte
3135,5	très forte	3494,6	très forte	3724,6	
3140,7	assez forte	3496,5		3747,7	
3146,1		3498,0		3753,8	assez forte
3152,4		3498,8		3757,3	forte
3163,0	forte	3501,5		3786,3	
3170,4		3504,5		3788,6	
3206,5	assez forte	3506,8		3816,8	
3215,3	forte	3512,8		3872,3	forte
3216,7	très forte	3517,3		3944,8	très forte
3221,5	assez forte	3524,2	forte	3978,7	assez forte
3223,3	assez forte	3527,3		3997,0	
3235,8	forte	3529,3		4000,7	forte
3236,7	assez forte	3531,9	très forte	4045,7	forte
3245,3	assez forte	3535,1	forte	4078,0	forte
3251,5	très forte	3536,2	forte	4104,0	
3266,4	très forte	3538,5	forte	4187,0	assez forte
3309,0	très forte	3542,5	assez forte	4195,0	assez forte
3320,2	forte	3544,5		4212,5	très forte
3341,1	forte	3546,8		4221,3	

Ce spectre a été obtenu avec des solutions de chlorure et en condensant l'étincelle.

2° *Magnétisme.* — M. Stéphan Meyer (*Sitz. Ber. der R. Acad. zu Wien,* t. CX, p. 492-541) a publié en 1901 un certain nombre de mesures magnétiques qu'il a effectuées avec les terres rares fractionnées par Cleve et par Nilson. Naturellement aucun nombre relatif au dysprosium ne figure dans cette Note : l'isolement du dysprosium [G. Urbain, *Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 785) est un fait récent; mais sous la rubrique *oxyde d'holmium* figurent des valeurs fort élevées de susceptibilité magnétique.

J'ai pu me rendre facilement compte, d'après les publications de Cleve, celles de ses élèves et celles des spectroscopistes qui ont examiné leurs produits, de ce que sont ces substances désignées sous le nom de *holmium :* ce sont des terres renfermant, outre de l'yttrium et de l'erbium et quelques autres impuretés, une proportion notable d'holmium véritable et une proportion plus grande encore, peut-être, de dysprosium ; de telle sorte que les valeurs de $x.10^6$ obtenues par M. Meyer pour ces corps, valeurs variant de 173 à 250, n'ont qu'une valeur scientifique assez limitée, malgré l'intérêt qu'elles présentent.

J'ai déterminé le coefficient d'aimantation des oxydes de dysprosium, Dy^2O^3, provenant des termes consécutifs d'un de mes fractionnements, au moyen de la balance magnétique de Curie et Chéneveau. Les résultats d'expérience sont les suivants :

Numéros d'ordre des fractions.	Poids de substance.	Déviation.	$x.10^6$.
31..........	0,1974	26,27	289,5
32..........	0,2031	26,77	286,9
33..........	0,2256	29,98	289,3
34..........	0,2796	37,48	291,7
35..........	0,2476	33,03	290,4
36..........	0,2491	33,23	290,4

Le sulfate de cobalt pris comme terme de comparaison a donné une déviation égale à 3,60 pour 0,1974 de sulfate. Si l'on admet pour le coefficient d'aimantation de ce sel la valeur $39,7 \times 10^{-6}$ donnée récemment par M. Meslin (*Ann. de Phys. et de Chim.,* 8e série, t. VII, 1906, p. 182), on trouve, pour les différents termes de ce fractionnement, des valeurs irrégulièrement comprises entre $286,9.10^{-6}$ et $291,7.10^{-6}$, c'est-à-dire des nombres qui peuvent être considérés comme constants et dont la valeur moyenne est en nombres ronds 290.10^{-6}.

Cette valeur considérable donne au dysprosium la première place parmi les éléments paramagnétiques. Son oxyde Dy^2O^3 est environ 12,8 fois plus magnétique que l'oxyde de fer Fe^3O^3.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'entraînement de corps solubles par certains précipités.* Note de M. **Paul Frion**, présentée par M. Haller.

M. Jean Perrin a montré comment l'électrisation de contact que prend un corps plongé dans l'eau pouvait jouer un rôle capital dans un certain nombre de problèmes physico-chimiques et même biologiques importants, en particulier dans le cas des solutions colloïdales, dont il a formulé le mécanisme en une élégante théorie ([1]).

Tel me paraît être aussi le cas des entraînements de corps solubles par certains précipités auxquels se rapporte la présente Note.

I. L'étude des entraînements de magnésium et de lanthane par le sulfate de baryum, particulièrement dans les exemples suivants, me conduit à signaler l'influence de la nature du milieu dans lequel a lieu la précipitation, d'une part, et, d'autre part, de la *concentration* et de la *valence* de l'ion entraîné.

Poids du précipité.	Concentration du corps entraîné.	Poids entraîné.	Nature du milieu.
		g »	»
1g,15	$\frac{1}{100}(NO^3)^3La$	0,0502 de La ([2])	Neutre
		0,0266 de La	$\frac{1}{100}$ HCl
	$\frac{1}{1000}(NO^3)^3La$	0,0380 de La	$\frac{1}{5000}$ KOH
		0,0224 de La	Neutre
		0,0103 de La	$\frac{1}{10}$ HCl
	$\frac{1}{100}(NO^3)^2Mg$	0,0090 de Mg ([3])	$\frac{1}{2000}$ KOH
		0,0050 de Mg	Neutre
		0,0040 de Mg	$\frac{1}{100}$ HCl

J'ai aussi constaté que la dilution du corps entraîneur pouvait intervenir d'une façon intéressante.

Poids du précipité.	Concentration de l'entraîné.	Nature du milieu.	Poids entraîné.	Volume total.
1g,15	$\frac{1}{100}(NO^3)^3La$	Neutre	0g,0502	1000cm³
			0g,0112	200cm³

([1]) *Comptes rendus*, 1903 (t. CXXXVI, nos 23, 24; t. CXXXVII, nos 14, 15).

([2]) La dosé à l'état de La^2O^3.

([3]) Mg dosé à l'état de $P^2O^7Mg^2$; moyenne de nombreux dosages.

En résumé :

1° L'entraînement d'un corps soluble par un précipité est plus fort en milieu basique qu'en milieu neutre et plus fort en milieu neutre qu'en milieu acide.

Ce rapport est voisin de 2 dans les divers cas étudiés.

2° L'entraînement croît avec la concentration de l'ion entraîné.

Il varie de 1 à 2 quand la concentration varie de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{100}$ normale et de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ normale.

3° L'entraînement croît avec la valence de l'ion entraîné.

Il est 10 fois plus fort avec le lanthane trivalent qu'avec le magnésium divalent.

4° Le précipité entraîne d'autant mieux qu'il se trouve dans la liqueur à une dilution plus grande.

II. On peut, il me semble, interpréter assez simplement ces divers résultats en appliquant à chaque grain du précipité les lois de l'électrisation de contact :

La charge que prend le grain paraît être due aux ions H^+ *ou* OH^- *et est beaucoup amoindrie par la présence d'ions polyvalents de signe opposé.*

Par exemple, des ions polyvalents positifs s'accrochent à la paroi que chargent négativement des ions OH^-, et l'on a, en définitive, fixation sur le grain des ions polyvalents positifs par l'intermédiaire des ions OH^- comme *mordants*.

Bref, c'est cette cause de fixation d'origine électrique qui, venant s'ajouter à la cause inconnue du genre cohésion, déterminerait les entraînements d'ions polyvalents par certains précipités.

Dans le cas étudié du sulfate de baryum, le terme dit *de cohésion* paraît être assez notable.

Ce précipité est dense et cristallin.

Je compte reprendre ces recherches sur des précipités spongieux, présentant une plus grande surface, comme les sulfures.

Mais, dès à présent, je pense qu'une étude plus approfondie de ces résultats peut donner un guide rationnel pour diminuer (ou augmenter) ces entraînements par les précipités de matières solubles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Variation de la force électromotrice de chaînes liquides par polarisation de diaphragmes interposés.* Note de M. **Pierre Girard**, présentée par M. Dastre.

Si, dans un couple liquide constitué par deux solutions de concentrations c_1 et c_2 d'un électrolyte acide ou basique bien dissocié et donnant une différence de potentiel p, on intercale un diaphragme de chlorure de chrome ou d'alumine calcinée bien lavé et imbibé de la solution c_1 ou c_2, la différence de potentiel p' qu'on enregistre est toujours inférieure à p (dans notre dispositif de mesure : méthode d'opposition avec l'électromètre capillaire comme appareil de zéro, le circuit extérieur du couple avec le diaphragme interposé est fermé pendant le court espace de temps, variable d'ailleurs à volonté, qui précède la rupture du court-circuit de l'électromètre).

Exemple :

$$\text{Pour}\quad HCl\,\tfrac{1}{10}\,n \text{ —— } HCl\,\tfrac{1}{500}\,n,\qquad \text{on a}\qquad p = 0^{\text{volt}},060.$$

L'interposition d'un diaphragme en $CrCl^3$ donne $p' = 0^{\text{volt}},024$.

Si le diaphragme est constitué par un tube en U renversé, rempli, par exemple, de $CrCl^3$ ou de gélatine, et qu'après avoir constaté l'abaissement susdit de différence de potentiel, on enlève le tube et qu'on plonge la branche primitivement en contact avec la solution c_1 dans la solution c_2 et *vice versa*, la valeur p' qu'on enregistre alors est plus grande que p; et $p' - p$ égale sensiblement $p - p'$.

Si l'on réalise la chaîne liquide suivante : solution de concentration c_1 — deuxième solution c_1 — solution c_2, et qu'on intercale un diaphragme entre les deux solutions c_1, on retrouve encore le même phénomène, bien que le système solution c_1 — diaphragme — solution c_1 soit symétrique.

L'intercalation d'un diaphragme de $Cr\,Cl^3$ bien lavé ou d'une feuille mince de gélatine, dans un couple liquide composé de deux solutions d'un sel neutre $NaCl$, KCl, INa, SO^4Na^2, $MgCl^2$, etc., n'apporterait aucune modification au voltage initial de cette pile.

Les modifications précitées sont, en effet, liées étroitement à la charge électrique qu'est susceptible de prendre le $Cr\,Cl^3$, la gélatine, etc., au contact de la solution d'électrolyte.

On sait, depuis les travaux de M. Jean Perrin (¹) sur l'électrisation de

(¹) *Comptes rendus*, 1903, p. 1441, et *Journal de Chimie physique*, 1904, p. 601.

contact, le rôle prépondérant que jouent à cet égard les ions H^+ et OH^-; les recherches de M. Perrin ont mis également en valeur le rôle des ions polyvalents qui interviennent dans ces phénomènes en neutralisant plus ou moins, selon le degré de leur valence, l'action des ions monovalents actifs et de signes contraires.

Or, en diminuant à l'aide d'ions di- et trivalents la charge que les ions H^+ et OH^- communiquaient à nos diaphragmes, nous avons observé un abaissement parallèle de la différence $p - p'$.

Voici quelques chiffres parmi plusieurs exemples :

Le couple $HCl\,\frac{1}{10}n + FeCy^6K^3\,\frac{1}{100}$ (¹) — $HCl\,\frac{1}{500}n + FeCy^6K^3\,\frac{1}{5000}$ donne $p = 0^{volt},050$.

L'interposition d'un diaphragme en $CrCl^3$ donne $p' = 0^{volt},044$.

Le couple $HCl\,\frac{1}{10}n + FeCy^6K^4\,\frac{1}{100}n$ — $HCl\,\frac{1}{500}n + FeCy^6K^4\,\frac{1}{5000}$ donne $p = 0^{volt},040$.

Avec diaphragme de $CrCl^3$: $p' = 0^{volt},039$.

En résumé, la modification qu'apporte, à la valeur initiale de la force électromotrice d'une pile de concentration, l'interposition d'un diaphragme, varie quantitativement, toutes choses égales d'ailleurs, comme la charge électrique que prend le diaphragme au contact d'un électrolyte.

La théorie du phénomène nous paraît être la suivante : il faut concevoir le diaphragme comme composé d'un grand nombre de tubes capillaires; dans chaque tube capillaire, la paroi et la zone de contact de la veine liquide se chargeront de signes contraires (couche double de Quincke).

Le voltage du couple liquide agissant comme force tangentielle déterminera le glissement de cette veine liquide le long de la paroi; même dans le système solution c_1 — diaphragme — solution c_1 — solution c_2, il suffira du court passage du courant qui précède la rupture du court-circuit de l'électromètre. Des charges de signes contraires s'accumuleront aux extrémités du tube; le champ électrique grandira jusqu'à la réalisation d'un état d'équilibre entre la quantité d'électricité ramenée en arrière par conduction le long de la veine liquide et celle entraînée par convection dans le sens de l'écoulement; il est aisé de voir que cette différence de potentiel est de sens inverse de celle d'un couple $RH(c_1) - RH(c_2)$, où $c_1 > c_2$, ou bien d'un couple $ROH(c_1) - ROH(c_2)$. L'interposition d'un diaphragme doit donc toujours commencer par abaisser la force électromotrice du couple liquide. C'est en effet ce que donne l'expérience.

(¹) $FeCy^6K^3\,\frac{1}{100}n$ dans la solution de HCl.

Notons aussi que la polarisation du diaphragme croissait jusqu'à un maximum avec le temps de passage du courant.

Si nous appelons E la force électromotrice de filtration à travers le diaphragme [1], ρ la résistance spécifique du liquide du couple, p sa force électromotrice, ε la différence de potentiel de la couche double et η le coefficient de frottement de la solution électrolytique à travers les tubes capillaires, on a

$$E = \frac{1}{4\pi}\frac{\rho}{\eta}\varepsilon p.$$

Cette valeur E, qui nous est donnée dans nos expériences par la différence $p - p'$, doit être indépendante de la longueur et de l'épaisseur du diaphragme; c'est en effet ce qu'on constate. On voit qu'il est possible de tirer pratiquement de cette formule ε, différence de potentiel du diaphragme et de la liqueur qui le charge. Pour la gélatine et $SO^4H^2\frac{1}{10}n$, nous avons trouvé $\varepsilon = 0^{\text{volt}},236$.

En résumé, nous ne pensons pas que les modifications qui peuvent être apportées au voltage de couples liquides par des diaphragmes ou des membranes soient dues à la variation de mobilité des ions dans le milieu interposé. Les phénomènes d'électrisation de contact jouent là un rôle essentiel.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la synthèse de l'ammoniaque et de l'acide cyanhydrique.* Note de M. **Herman-C. Woltereck.**

Dans la suite de mes recherches sur la synthèse de l'acide cyanhydrique j'ai eu occasion d'employer un générateur de gaz, système Dowson, chargé de charbon de bois.

L'air introduit au-dessous de la grille fut chauffé pour diminuer la quantité de charbon nécessaire pour maintenir les températures assez élevées du procédé.

La température dans le générateur, à la hauteur de 23^{cm} et de 46^{cm} au-dessus de la grille, était mesurée par des couples thermo-électriques et un pyromètre, système Le Chatelier.

Au-dessous de la grille, une couche d'eau d'environ 3^{cm} de profondeur était maintenue pendant la durée des expériences.

L'air fut introduit au moyen d'une soufflerie positive (*positive blower*) à raison de 82^{m^3} par heure. Les gaz résultant de l'opération passaient à travers un *scrubber* rempli de coke et se lavaient d'abord dans une solution de soude caustique, puis dans l'acide sulfurique étendu. Les résultats de trois expériences consécutives, d'une durée

(1) Voir Perrin, *Journal de Chimie physique*, 1904, p. 610.

chacune de 1 heure, furent les suivants :

Numéro de l'expérience.	Température			Quantité en grammes.	
	de l'air.	à 23^{cm}.	à 46^{cm}.	HAzC.	AzH^3.
I..........	250°	1220°-1240°	1180°-1100°	66,83	63,00
II.........	275	1250	1100	86,20	52,13
III........	300	1260-1340	1140-1160	97,70	71,53

La quantité de charbon brûlée par heure était de 17^{kg}.

Il paraît résulter de mes recherches que l'acide cyanhydrique se forme dans la zone de température la plus élevée :

$$2\,Az + O + H^2O + 4C = 2\,HAzC + 2\,CO,$$

mais qu'une partie est décomposée de suite :

$$HAzC + H^2O \rightleftharpoons AzH^3 + CO.$$

Il était à supposer que toute trace de vapeur d'eau devrait être décomposée par le charbon incandescent, mais je n'ai jamais réussi à obtenir de l'acide cyanhydrique sans des quantités considérables d'ammoniaque. La présence de vapeur d'eau peut donc être tenue comme prouvée dans la zone supérieure.

Une autre cause possible de la décomposition pourrait être la présence d'acide carbonique :

$$HAzC + CO^2 + 2\,H \rightleftharpoons AzH^3 + 2\,CO;$$

mais la présence de l'acide carbonique est encore plus problématique avec les températures élevées du générateur.

Ces expériences furent exécutées au cours d'une série d'essais pour la production de l'acide cyanhydrique au moyen d'un mélange d'air et d'ammoniaque passant à travers du charbon incandescent contenu dans un générateur, système Dowson.

L'essai particulier qui m'avait amené à faire les expériences rapportées avait donné les résultats suivants :

Température			Quantité en grammes.	
de l'air.	à 23^{cm}.	à 46^{cm}.	HAzC.	AzH^3.
250°	1180°-1220°	1100°	277,4	356,0

Durée de l'expérience : 2 heures et demie.

Air................................	82^{m^3} par heure
Charbon..........................	17^{kg} »
Ammoniaque totale introduite........	325^{g}

L'acide cyanhydrique correspond à 111^{g},7 d'ammoniaque.

Nous avons donc un total de 467^{g},7 ou un excès de 142^{g},7, soit 44 pour 100 sur la quantité employée.

CHIMIE. — *Dosage des éléments halogènes dans les composés organiques chloro-bromés*. Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

Nous avons montré, M. G. Chavanne et moi (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1197, et t. CXXXVIII, p. 85), que, dans l'attaque des substances organiques halogénées par le mélange sulfo-chromique, on avait un procédé permettant de doser rapidement ces éléments halogènes. Nous avons fait voir de plus que, pour les composés chloro-iodés et bromo-iodés, on pouvait séparer facilement l'iode d'avec le chlore et le brome.

Les composés chlorés, par l'action du mélange sulfo-chromique, donnant du chlorure de chromyle quand on n'opère pas en présence de sels d'argent, tandis que les dérivés bromés ne donnent jamais et dans aucun cas de produit similaire, on pouvait espérer séparer ces deux éléments dans les corps chloro-bromés, en faisant barboter les produits volatils, entraînés par le courant d'air, successivement dans l'eau pour arrêter le chlorure de chromyle, puis dans une solution faiblement alcaline de sulfite de soude pour absorber le brome.

Des essais nombreux, faits dans les conditions les plus variées, m'ont montré qu'avec le chlorure de chromyle il y a toujours un peu de chlore libre, comme l'avaient observé de précédents auteurs. Ce chlore, que l'eau seule ne saurait retenir, souille donc la solution alcaline, et la méthode est en défaut.

Pour doser le chlore et le brome séparément, on procédera donc à la combustion du composé, par le mélange sulfo-chromique, comme à l'ordinaire, en présence de sulfate d'argent, et l'on recueillera dans une solution alcaline de sulfite les produits volatils. La question est alors ramenée à l'analyse d'un mélange de chlorure et de bromure alcalins en présence d'un excès de sulfite. Ce problème, j'en ai donné la solution en 1899 (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 53) à propos de l'analyse d'un mélange de sels halogénés d'argent attaqué de même par le réactif sulfo-chromique.

On peut également utiliser la méthode par différence, celle que nous avons fait connaître, M. Rivals et moi, en 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 859) et d'après laquelle on dose d'une part le chlore et le brome en bloc et, de l'autre, le chlore seul après avoir éliminé le brome, procédé aussi simple que précis comme nous l'avons montré.

Pour cela, la solution alcaline des deux éléments halogènes est divisée en deux parts égales; ce qui est aisé sans erreur *sensible*, à cause de la faible teneur en chlore et en

brome, et surtout si l'on fait le partage à l'aide de deux vases, l'un de 500^{cm^3}, l'autre de 250^{cm^3}, rigoureusement calibrés l'un par rapport à l'autre.

Dans l'une de ces liqueurs on précipite le chlore et le brome, en opérant en milieu fortement nitrique pour parer à la réduction du nitrate d'argent, lorsqu'on chauffera pour chasser le gaz sulfureux.

Quant à l'autre, après neutralisation de l'alcali pour éviter l'attaque du verre, elle est concentrée à l'aide de la chaleur et par insufflation d'un courant d'air. On arrive ainsi en moins de 1 heure à ramener le volume à quelques centimètres cubes (20 à 25) sans avoir à craindre aucune perte par projection, lorsqu'on opère avec un tube capillaire dans une fiole conique ou un ballon à long col. Le liquide est ensuite versé dans un cristallisoir à fond plat et à grande surface, où l'on détruit finalement l'excès de sulfite par quelques gouttes d'une solution concentrée de permanganate de potasse, jusqu'à teinte rose persistante.

A partir de ce moment, on se trouve dans les conditions du problème étudié par M. Rivals et par moi : l'élimination du brome en présence du chlore par évaporation et dessiccation dans le vide après addition de sulfate de cuivre et de permanganate de potassium. Ce dernier sel, en agissant comme oxydant sur le bromure de cuivre formé par voie de double échange, et *sur le bromure seul,* met le brome en liberté et il ne reste que le chlore dans le *résidu sec*, qui, repris par l'eau, fournit une solution où l'on peut doser ce chlore. Par différence avec la première pesée, on peut donc aussi doser le brome. En doublant les poids, on a ceux des deux éléments halogènes contenus dans le poids de matière analysée.

C'est ainsi que j'ai procédé pour les deux dosages dont je donne ici les résultats. Le second essai, faute d'une autre matière chloro-bromée pure, a porté sur un mélange synthétique d'un dérivé chloré et d'un corps bromé purs, cet artifice n'entachant d'ailleurs pas le principe de la méthode.

1° 1.2-chlorobromopropane $CH^3CClBr - CH^3$:

Matière employée.		Obtenu.	Calculé.	Trouvé.
$0^{\mathrm{g}},3012$	AgCl............	$0^{\mathrm{g}},2756$	»	»
	Cl pour 100......	»	22,54	22,64
	AgBr...........	$0^{\mathrm{g}},3582$	»	»
	Br pour 100......	»	50,79	50,65

2° *Mélange* d'acide 1.4-bromobenzoïque $C^6H^4Br.CO^2H$ et de 2-benzoyl-4-valérolactone-5-chlorée $C^6H^5.CO.CH.CH^2.CH.CH^2Cl$:

$$\underset{\displaystyle CO \text{———} O}{C^6H^5.CO.\overset{|}{C}H.CH^2.\overset{|}{C}H.CH^2Cl}$$

Matière employée.		Obtenu.	Calculé.	Trouvé.
$0^{\mathrm{g}},2486$ lactone chlorée	AgCl........	$0^{\mathrm{g}},1502$	»	»
	Cl pour 100..	»	14,90	14,94
$0^{\mathrm{g}},2230$ acide bromé	AgBr........	$0^{\mathrm{g}},2084$	»	»
	Br pour 100..	»	39,80	39,76

La méthode de combustion par le mélange sulfo-chromique étant admise, et celle de dosage par différence du Cl et du Br dans un mélange salin étant déjà établie d'autre part, ces deux essais m'ont paru suffisants en l'espèce pour montrer l'exactitude du procédé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des homologues de la naphtaline.* Note de MM. G. **Darzens** et H. **Rost**, présentée par M. Haller.

L'un de nous a montré que les cétones dérivées de la benzine peuvent, par réduction du groupe CO en CH^2, donner les carbures correspondants.

Il était important d'examiner si les cétones dérivées de la naphtaline pouvaient être réduites de la même façon. Ces recherches nous paraissent utiles, les homologues de la naphtaline étant très peu connus.

La réaction de Friedel et Crafts ne donne qu'avec de mauvais rendements le dérivé β et l'on peut craindre la présence d'un peu de dérivé α presque impossible à séparer, les picrates de ces corps étant instables et facilement décomposables par les solvants tels que l'alcool.

La réaction de Fittig par le sodium et les dérivés bromés est peu pratique, et, de plus, la β-bromnaphtaline est un corps difficile à préparer.

Au contraire, les naphtylalkylcétones se préparent facilement par l'action de chlorures d'acides sur la naphtaline, en présence de chlorure d'aluminium, et nous avons pu trouver les conditions pour lesquelles cette réaction donne d'excellents rendements, pouvant atteindre 90 pour 100. Ces cétones donnent des picrates bien définis permettant, ainsi que M. Rousset l'a montré, une séparation facile [1].

Il était donc tout indiqué de rechercher si la méthode de réduction par le nickel réduit pouvait être appliquée à ces cétones et conduire à la synthèse des carbures.

Dans un tube de Sabatier, préparé en réduisant de l'oxyde de nickel à 250° et maintenu à 180°, on fait couler lentement de l'α-acétylnaphtaline; on constate de suite une notable élévation de température qui nécessite un réglage attentif du chauffage. Il se produit de la vapeur d'eau, et l'on recueille l'α-éthylnaphtaline, formée suivant l'équation

$$C^{10}H^7 - CO - CH^3 + 4H = C^{10}H^7 - CH^2 - CH^3 + H^2O.$$

---

(1) L. Rousset, *Thèse*, 1896.

Le rendement est quantitatif, et nous n'avons pas observé d'hydrogénation du noyau.

L'α-éthylnaphtaline a été caractérisée par son picrate fondant à 98°.

Dans les mêmes conditions :

La β-acétylnaphtaline nous a donné la β-éthylnaphtaline;
L'α-isobutyrylnaphtaline nous a donné l'α-isobutylnaphtaline ;
La β-isobutyrylnaphtaline nous a donné la β-isobutylnaphtaline.

Ces deux derniers, homologues de la naphtaline, n'étaient pas encore connus.

Wegscheider (¹) et Baur (²), par l'action du chlorure d'isobutyle sur la naphtaline en présence de chlorure d'aluminium, ont obtenu la tertiaire isobutylnaphtaline. Par notre méthode, nous n'avons pas à craindre les transpositions moléculaires dues au chlorure d'aluminium.

L'α-isobutylnaphtaline est un liquide mobile à odeur de pétrole et bouillant à 136°-138° sous 11^{mm}.

La β-isobutylnaphtaline est un liquide mobile à odeur faible, bouillant à 112°-113° sous 6^{mm}.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de phénylmagnésium sur le second éther méthylique de l'acide paradiméthylamidoorthobenzoylbenzoïque.* Note de M. J. **Pérard**, présentée par M. A. Haller.

MM. Haller et Guyot ont montré que le chlorure de l'acide orthobenzoylbenzoïque peut se comporter comme un corps tautomère (³). Plus récemment, M. H. Meyer a préparé les éthers méthyliques répondant aux deux formes tautomères de l'acide (⁴) :

$$C^6H^4\begin{cases}CO - C^6H^5\\ COOCH^3\end{cases}$$

$$\begin{array}{c}CH^3-O \quad C^6H^5\\ \diagdown\ \diagup\\ C\\ C^6H^4\langle\ \rangle O\\ CO\end{array}$$

(¹) Wegscheider, *Monatshefte für Chemie,* t. V, p. 237.

(²) Baur, *Berichte,* t. XXVII, p. 1623.

(³) *Bull. Soc. chim.,* t. XXV, 1901, p. 49.

(⁴) H. Meyer, *Mon. für Chemie,* t. XXV, 1904, p. 475.

Nous avons préparé, par une méthode analogue à celle de M. H. Meyer, le second éther méthylique de l'acide paradiméthylamidoorthobenzoylbenzoïque, le premier ayant déjà été préparé par MM. Haller et Guyot (¹).

A cet effet, on introduit 20^{g} d'acide paradiméthylamidoorthobenzoylbenzoïque pur et sec, dans un ballon à distiller dont la tubulure est reliée à une trompe à vide; on ajoute 50^{cm^3} de sulfure de carbone pur et sec, puis 20^{g} de chlorure de thionyle dilué dans 50^{cm^3} de sulfure de carbone pur et sec. On fait le vide en chauffant légèrement au bain-marie. Lorsque tout l'acide sulfureux a été chassé il reste une huile orangée sur laquelle on verse 100^{cm^3} d'alcool méthylique absolu. On agite, on obtient une solution qu'on décante. On ajoute ensuite une solution concentrée et froide de carbonate de sodium, jusqu'à réaction faiblement alcaline. Le paradiméthylamidoorthobenzoylbenzoate de méthyle se précipite en feuillets qu'on fait recristalliser dans l'alcool méthylique bouillant. On obtient ainsi de larges feuillets soyeux, onctueux au toucher, très peu solubles dans l'éther, très solubles dans le benzène, fondant à 116°. Ce point de fusion est très voisin de celui du premier éther (F. 118°), mais le second éther diffère de l'autre par la solubilité dans les divers solvants et aussi par la forme cristalline. Le mélange de ces deux éthers fond d'ailleurs au-dessous de 95°.

Nous avons étudié précédemment l'action du bromure de phénylmagnésium sur le premier éther méthylique de l'acide paradiméthylamido-*o*-benzoylbenzoïque (²) et montré qu'il se forme dans cette réaction un composé auquel nous avons attribué la formule

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^4N.(CH^3)^2 \\ \diagdown\,\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\rangle O \\ C(OH) \\ | \\ C^6H^5 \end{array} \qquad (F.\ 194^\circ\ n.\ c.).$$

Nous avons également fait agir le bromure de phénylmagnésium sur le second éther méthylique de l'acide *p*-diméthylamido-*o*-benzoylbenzoïque.

A cet effet nous avons procédé de deux façons différentes : soit en faisant tomber goutte à goutte une solution éthérobenzénique de bromure de phénylmagnésium ($\frac{3}{10}$ de molécule) dans une solution benzénique de paradiméthylamido-*o*-benzoylbenzoate de méthyle ($\frac{1}{10}$ de molécule), soit en faisant l'inverse. Dans les deux cas nous avons obtenu le même composé (F. 194°) qui se produit dans l'action du bromure de phénylmagnésium sur le premier éther (F. 118°).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 205.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 237.

Nous avons identifié ces deux corps (F. 194°) par l'étude de leurs propriétés. En particulier, la condensation avec la diméthylaniline nous a donné le diparatétraméthyldiamidotétraphényldihydrobenzofurfurane (F. 160°), identique à celui préparé par nous dans nos précédentes recherches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation de l'acide cyanhydrique sur l'acide benzoylacrylique.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai indiqué que l'acide benzoylacrylique et ses analogues (acides *p*-méthoxybenzoylacrylique et méthylène-dioxybenzoylacrylique) s'ajoutent aisément 1^{mol} d'acide cyanhydrique. Théoriquement, cette fixation peut se faire sur la fonction cétonique ou sur la liaison éthylénique, et, dans cette dernière hypothèse, deux cas peuvent se présenter, suivant que le groupe CAz est rattaché au carbone α ou au carbone β par rapport au carboxyle. L'ensemble des faits exposés ci-dessous montre que l'addition se fait sur la liaison éthylénique et que le nitrile-acide obtenu avec l'acide benzoylacrylique est l'acide benzoylpropionique α-cyané

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH(CAz) - CO^2H.$$

En effet, cet acide paraît bien identique, malgré une petite différence dans le point de fusion, avec l'acide phénacylcyanacétique préparé par M. Klobb ([2]) par l'action du cyanacétate d'éthyle sodé sur la bromacétophénone et saponification de l'éther obtenu.

D'autre part, la saponification de l'acide benzoylpropionique α-cyané m'a donné un acide bibasique dont les propriétés générales s'accordent avec celles décrites par W. Kues et C. Paal pour l'acide

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH(CO^2H)^2$$

qu'ils dénomment *acide β-benzoylisosuccinique* ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 141 et 411.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 161, et t. CXXI, 1895, p. 463.
([3]) *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXVIII, 1885, p. 3324.

Enfin les divers composés dérivés de ces acides, et qui seront décrits à la suite, confirment encore la formule proposée.

I. *Acide benzoylpropionique α-cyané* (*acide phénacylcyanacétique de Klobb*) $C^6H^5 - CO - CH^2 - CH(CAz) - CO^2H$. — Il prend naissance quand on dissout l'acide benzoylacrylique dans la quantité équivalente de solution de cyanure de potassium au dixième. Après 24 heures de repos à froid, on précipite par l'acide chlorhydrique.

M. Klobb indique les points de fusion : 69° pour l'acide hydraté, 99°-100° pour l'acide anhydre; j'ai trouvé 70° (hydraté) et 103° (anhydre). J'ai constaté, par ailleurs, l'identité complète avec le produit de M. Klobb.

II. *Acide benzoylpropionique α-carboxylé* (*acide β-benzoylisosuccinique de Kues et Paal*) $C^6H^5 - CO - CH^2 - CH(CO^2H)^2$. — La saponification du nitrile-acide précédent, par la lessive de soude étendue et chauffage au bain-marie bouillant, fournit l'acide bibasique correspondant, toujours mélangé d'une proportion importante ($\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$) d'acide benzoylpropionique provenant de sa décomposition. On opère la séparation en utilisant l'insolubilité du sel de baryum de l'acide bibasique. Kues et Paal indiquent pour leur acide le point de fusion 178°-179°; j'ai trouvé seulement 174°. Par ailleurs, identité des propriétés. Il se décompose par l'ébullition de ses solutions acides, comme de ses solutions alcalines; dans les deux cas il y a formation d'acide carbonique et d'acide benzoylpropionique.

III. *Lactone de l'acide hydrobenzoylpropionique α-carboxylé* (*γ-phényl-γ-oxy-α-carboxylbutanoïque*) $C^6H^5 - CHOH - CH^2 - CH(CO^2H)^2$. — Cet acide s'obtient facilement par réduction de l'acide bibasique précédent au moyen de l'amalgame de sodium. Je n'ai pas isolé l'acide lui-même, mais sa lactone

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - \underset{|}{CH} - CH^2 - \underset{|}{CH} - CO^2H, \\ \qquad\quad O \text{———————} CO \end{array}$$

qui est isomère, mais non identique, avec l'acide phénylparaconique.

La lactone en question fond à 106°; elle est un peu soluble dans l'éther et dans le benzène, facilement soluble dans l'alcool, très peu soluble dans l'eau froide.

IV. *Lactone de l'acide hydrobenzoylpropionique α-cyané* (*γ-phényl-α-oxy-α-cyanbutanoïque*) $C^6H^5 - CHOH - CH^2 - CH(CAz)CO^2H$. — L'hydrogénation, par l'amalgame de sodium, de l'acide benzoylpropionique α-cyané donne l'acide-alcool correspondant. Cet acide se lactonise facilement en donnant la lactone

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - \underset{|}{CH} - CH^2 - CH(CAz) - \underset{|}{CO}. \\ \qquad\quad O \text{—————————————} \end{array}$$

Cette lactone fond à 132°; elle est un peu soluble dans l'éther et le benzène, très soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau et les solutions froides de carbonates alcalins. Lorsqu'on la fait bouillir avec l'acide chlorhydrique à 10 pour 100, la fonction nitrile est hydratée et l'on retombe sur la lactone acide précédente.

BOTANIQUE. — *Anatomie et développement de l'embryon chez les Palmiers, les Musacées et les Cannacées.* Note de M. C.-L. GATIN, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis plusieurs années, j'ai entrepris l'étude de l'anatomie et de la germination des embryons des Monocotylédones, et en particulier de ceux des Palmiers, des Musacées et des Cannacées. Un certain nombre des résultats de ces recherches, relatifs principalement aux Palmiers, ont été déjà publiés dans divers Recueils (1).

Dans la présente Note je voudrais faire ressortir les grandes lignes des résultats déjà obtenus et les mettre en parallèle avec ceux que vient de me fournir l'étude des Cannacées et des Musacées.

Chez toutes les familles qui nous occupent, l'embryon présente des formes très variables, sans que ceci offre la moindre importance. Ce qui est intéressant à retenir, c'est la présence constante d'une fente cotylédonaire qui n'a fait défaut que chez le *Livistona chinensis* Mart.

Au point de vue de leur structure interne et de leur développement, tous ces embryons présentent un certain nombre de points communs :

1° Ils sont tous entourés par un épiderme régulier, sauf vis-à-vis de la pointe de la radicule, où cet épiderme est interrompu par des cellules irrégulières qui sont les restes du suspenseur;

2° Le cylindre central de la radicule est toujours bien différencié. Il est visible comme une masse plus sombre sur des embryons frais, coupés à la main et observés à la loupe, et correspond à la « radicule » des auteurs [Mohl (2), L.-C. Richard (3), Tschirch (4), etc.].

---

(1) C.-L. GATIN, *Sur les phénomènes morphologiques de la germination et sur la structure de la plantule chez les Palmiers* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 594-596). — *Sur les états jeunes de quelques Palmiers* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1625-1631). — *Observations sur la germination et la formation de la première racine de quelques Palmiers* (*Revue générale de Botanique*, t. XVI, p. 177-187). — *Sur la radicule embryonnaire du* Musa ensete *Gmel.* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, t. LII, décembre 1905, p. 638-640). — *Recherches anatomiques et chimiques sur la germination des Palmiers* (*Ann. des Sc. nat. : Bot.*, t. III, 9e série, 1906, p. 191-315).

(2) In *Historia naturalis Palmarum* (Munich, 1823-1850).

(3) L.-C. RICHARD, *Analyse botanique des embryons endorhizes* (*Ann. du Muséum*, t. XVII, p. 465).

(4) TSCHIRCH, *Physiologische Studien über die Samen, inbesondere die Saugorgane derselben* (*Ann. Buitenzorg.*, t. IX, 1891, p. 143-183).

L'écorce et la coiffe de la radicule peuvent ne pas être différenciées (*Pinanga patula* Bl., *Heliconia*) ou confondues en un méristème commun externe au cylindre central (*Phœnix dactylifera* L.) ou encore être bien différenciées, de même que l'assise pilifère (*Strelitzia augusta* Thunb., *Ravenala madagascariensis* Sonnerat).

3° La radicule de tous ces embryons est endogène, mais il y a des degrés dans cette endogénéité. Le type le plus extrême est fourni par les genres *Pinanga* et *Calamus*, chez lesquels la racine principale se développe, au moment de la germination, en digérant sa gaine, absolument comme cela se passe chez les Graminées.

Chez les Palmiers, l'assise pilifère de la radicule se forme très profondément, mais la gaine radiculaire est exfoliée au moment de la germination.

Chez les Cannacées et les genres *Musa*, *Heliconia*, il en est de même, mais les genres *Ravenala* et *Strelitzia* présentent, au contraire, des caractères fort différents. Ici, l'assise pilifère de la radicule, bien différenciée dans l'embryon mûr, est le prolongement de l'assise sous-épidermique de l'embryon. Quoi qu'il en soit, la racine principale de la majorité de ces embryons se distingue nettement des racines latérales, endogènes comme elle, mais traversant par digestion le tissu qui les sépare de l'extérieur.

4° Au moment de la germination nous assistons, chez toutes ces espèces, à deux phases de développement. La première est une *phase de préparation*, pendant laquelle la croissance du cotylédon amène, à l'extérieur de la graine et à une distance plus ou moins grande de celle-ci, le collet de la jeune plante.

La seconde est une *phase de germination proprement dite* au cours de laquelle les différents organes de la plantule effectuent leur développement.

5° Le cotylédon acquiert un très grand développement chez les Palmiers et sa forme dépend de la forme de la cavité interne de la graine. Chez les Cannacées et les Musacées, le cotylédon acquiert un accroissement moins considérable, en conservant sa forme primitive. Dans tous les cas, cet accroissement n'est pas dû, comme le pensaient certains auteurs, au fonctionnement d'une assise génératrice, mais à l'augmentation de volume de toutes les cellules du cotylédon.

6° J'ai montré antérieurement qu'il existe un rapport entre la structure interne de l'embryon et la morphologie externe de la germination chez les Palmiers.

L'étude qui vient d'être faite des Musacées et des Cannacées confirme ces premiers résultats, c'est-à-dire que, lorsque l'embryon possède une gemmule et une radicule dont les axes coïncident, la germination se produit sans ligule. Elle est au contraire ligulée lorsque les axes de la gemmule et de la radicule font entre eux un angle plus petit que 180°.

BOTANIQUE. — *Les caractères écologiques de la région méridionale de la Kabylie du Djurdjura.* Note de M. G. LAPIE, présentée par M. Gaston Bonnier.

La Kabylie du Djurdjura est séparée en deux parties très inégales par une grande barrière montagneuse qui, très élevée vers le milieu (2000^m), va en s'abaissant peu à peu vers ses deux extrémités.

Cette chaîne comprend à l'Ouest : entre les gorges de l'Isser, près de Palestro, et le col dit Tizi Djaboub, le massif des Beni Khalfoun ; au centre de Tizi Djaboub à Tizi N'Cherria, le Djurdjura; puis à l'Est, l'Akfadon, le Taourirt Iril, l'Arbalou et le Gouraya qui domine Bougie.

La région située au nord de cette ligne de crêtes a déjà fait l'objet de deux Notes (1) ; le présent travail est relatif à la partie méridionale. Cette dernière, moins étendue que la précédente, est limitée : au Nord, par la chaîne montagneuse qui vient d'être mentionnée; à l'Ouest et au Sud-Ouest, par l'Isser et son affluent l'Oued Djemaà; au Sud et à l'Est, par l'Oued Sahel.

C'est un grand versant à l'exposition générale Sud, s'étendant sur une longueur de plus de 150^{km} et dont la constitution géologique est assez variable.

Dans sa partie occidentale, c'est-à-dire dans les Beni Khalfoun, les hauteurs sont occupées par les formations nummulitiques, en particulier par les grès dits des *Beni Khalfoun* que surmontent souvent les grès de *Drâ-el-Mizan.* Au-dessous, sur le bas du versant, s'étagent les argiles et grès du Danien.

En continuant vers l'Est, on rencontre encore, au-dessous des calcaires liasiques qui occupent les crêtes du Djurdjura, des formations nummuli-

(1) *Comptes rendus,* Notes des 11 mars 1907 et 23 mars 1908.

tiques et crétacées, puis les argiles et grès du Medjanien. La basse montagne au-dessous de 800m ou 900m, est occupée par les atterrissements miocènes de Bouïra, comprenant des accumulations caillouteuses et des grès grossiers.

Dans la partie orientale de la Kabylie méridionale, après Tizi N'cheria, le versant tout entier est constitué par le Medjanien et par les grès de Numidie qui dominent sur les sommets.

Le fond des vallées de l'Isser et de l'Oued Sahel est couvert d'alluvions.

On retrouve dans la région étudiée : la zone du Cèdre, les forêts de Chênes-Lièges et de Chênes verts, l'association de l'Olivier et des buissons déjà signalée dans la Kabylie septentrionale; en outre, les forêts de Pins d'Alep prennent ici une place importante.

1° Le *Chêne-Liège* forme de belles forêts sur les grès des Beni Khalfoun; il est moins abondant sur les grès de Drâ-el-Mizan souvent plus riches en calcaire et intercalés de marnes. Il fait défaut surtout le versant méridional du Djurdjura et de l'Akfadon pour reparaître au sud des crêtes moins élevées du Taourirt Iril et de l'Arbalou. Les associations du *Quercus suber* L. présentent les caractères généraux décrits dans les deux précédentes Notes; mais, dans cette région continentale, le *Myrtus communis* L. fait défaut et le sous-bois, moins dense et moins élevé, permet à l'*Ampelodesmos tenax* Vahl. d'acquérir une place prépondérante. Le *Cistus polymorphus* Millk. apparaît et l'*Hedysarum capitatum* Desf. se montre abondant dans les stations peu ombragées.

2° Le *Cèdre* forme sur le versant sud du Djurdjura des forêts entrecoupées d'affleurements rocheux et descendant en général jusque l'altitude de 1400m. On y trouve des espèces qui, sur le versant nord, ne dépassaient pas la moyenne montagne, tels sont : les *Daphne Gnidium* L. et *Ampelodesmos tenax* Vahl.

3° Le *Chêne vert* occupe les terrains crétacés et éocènes qui constituent le versant méridional du Djurdjura; il s'arrête avec eux vers l'altitude de 800m paraissant, comme dans le reste de la Kabylie, peu sensible à la composition chimique du sol. La forêt de Chênes verts, ou les témoins qui en subsistent, se poursuit encore vers l'Est, sur les grès de Numidie du versant sud de l'Akfadou, jusqu'au point où l'abaissement des crêtes au-dessous de 1500m permet à nouveau l'installation de la forêt de Chênes-Lièges. Les associations du Chêne vert sont caractérisées par l'abondance des *Juniperus Oxycedrus* L., *Spartium junceum* L., *Lavandula Stœchas* L. Le *Pistacia Terebinthus* L. apparaît çà et là; par contre, le *Fraxinus oxyphylla* Marsh. est moins répandu que dans le nord de la Kabylie.

4° Le *Pin d'Alep* occupe la basse montagne dans toute la région dominée par les hautes crêtes du Djurdjura, c'est-à-dire une grande partie des atterrissements miocènes. Il constitue des futaies souvent denses; on trouve en sous-bois les *Pistacia Lentiscus* L., *Phillyræa media* L. et çà et là les *Quercus Ilex* L., *Juniperus Oxycedrus* L. et même l'*Arbutus Unedo* L. Ces espèces forment des bouquets isolés qui surmontent

une végétation serrée de plantes sous-frutescentes; ce sont les *Rosmarinus officinalis* L., *Cistus polymorphus* Willk., *Chamærops humilis* L., *Calycotome spinosa* Lam., *Fumana calycina* Claus., *F. glutinosa* Bois., *Globularia Alypum* L., *Cistus monspeliensis* L. Les *Retama spherocarpa* Bois., *Cistus Clusii* Dunal, *Genista tricuspidata* Desf. sont moins nombreux. Dans le tapis herbacé des clairières dominent les *Psoralea bituminosa* L., *Ebenus pinnata* L., *Erythræa Centaurium* L., *Anthemis tuberculata* Bois., *Helichrysum Fontanesi* Camb.; on rencontre çà et là le *Ruta chalepensis* L. Ici comme dans le Languedoc ([1]) le Romarin paraît accompagner le *Pin d'Alep*.

5° L'*Olivier* et les *buissons* occupent les vallées ainsi que le bas des versants à l'est et à l'ouest du Djurdjura. On rencontre en même temps, dans la vallée de l'Oued Sahel surtout, quelques espèces qui font défaut sur le littoral kabyle; tels sont : les *Statice Thouini* Viv., *Plantago albicans* L., *Phlomis Herba-venti* L. etc.

En résumé la grande barrière montagneuse que nous avons décrite modifie subitement l'aspect de la végétation, en excluant le Chêne-Liège des régions qu'elle sépare de la mer, dès que ses crêtes atteignent l'altitude de 1500^m environ. Lorsqu'elles s'élèvent au-dessus de 1800^m, le caractère xérophile de la végétation s'accentue encore par l'apparition de la forêt de Pin d'Alep au pied du versant.

Il faut en conclure que les vents chargés d'humidité qui, entre 1000^m et 1400^m, favorisent les forêts tropophiles, sur les sommets de la moyenne montagne, dans la Kabylie septentrionale ([2]) et permettent l'installation de la forêt de Chêne-Liège sur le versant méridional, cessent d'exercer leur influence dès qu'ils se heurtent à des crêtes plus élevées.

ZOOLOGIE. — *La schizogonie simple chez* Amœba blattæ *Bütschli*. Note de M. L. **Mercier**, présentée par M. Alfred Giard.

Nos connaissances sur le cycle évolutif des Amibes ont fait de grands progrès au cours de ces dernières années. Hartmann (1907) ([3]), dans son *Praktikum der Protozoologie,* prend comme exemple classique *Entamœba coli* et il admet : 1° une multiplication schizogonique simple et multiple; 2° un phénomène d'autogamie qui conduit à la sporogonie.

([1]) Hardy, *La géographie et la végétation du Languedoc* (*Bull. Soc. langued. de Géog.*, t. XXVI, 1903, p. 149).

([2]) *Comptes rendus,* 23 mars 1908.

([3]) Hartmann et Kisskalt, *Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie*, Verlag von Gustav Fischer, in Jena, 1907.

D'autre part, les recherches de Schaudinn, Awerinzeff, Wenyon, Vahlkampf et de Doflein permettent de supposer que le noyau des Amibes se divise non pas par amitose, comme on le croyait, mais suivant un mode de division plus complexe. Je ne veux pas entreprendre dans cette courte Note l'étude historique de cette question dont Schubotz (1905) (¹) nous a donné un excellent exposé, lequel vient d'être mis au point par Doflein (1907) (²).

Schubotz (1905) a étudié particulièrement *Amœba blattæ,* Amibe parasite du tube digestif de la Blatte (*Periplaneta orientalis* L.); l'auteur a fait une monographie aussi consciencieuse que possible de ce parasite. Toutefois, et il le reconnaît lui-même, certains faits lui ont échappé; tels sont, par exemple, la multiplication schizogonique et les phénomènes nucléaires qui l'accompagnent.

Amœba blattæ a des dimensions assez variables, mais quelle que soit sa taille, elle se reconnaît toujours facilement grâce à son énorme noyau très caractéristique. Ce noyau, visible sur le frais, présente sur les coupes la structure suivante : la membrane nucléaire forme une véritable coque de 1^{μ} à 2^{μ} d'épaisseur; une coloration à l'hématoxyline ferrique permet de différencier une couche externe qui retient particulièrement le colorant. Sous la membrane se trouve une zone granuleuse, plus ou moins épaisse, dont les granulations se colorent par l'éosine. Le centre du noyau est occupé par un fin réseau dont les mailles renferment un suc nucléaire exempt de granulations. Entre ces deux zones, contre la limite interne de la zone granuleuse, se trouve une couronne plus ou moins régulière de gros nucléoles. Ces éléments, après la double coloration à l'hématoxyline ferrique et à l'éosine, présentent une petite zone centrale colorée en rose et une zone périphérique qui a gardé la laque ferrique.

Le noyau des Amibes qui ont acquis une certaine taille présente des phénomènes intéressants. Les nucléoles disparaissent pour faire place à des granulations plus petites, plus nombreuses et électivement colorables par l'hématoxyline ferrique. Cette disposition de la chromatine donne au noyau un aspect qui pourrait prêter à confusion. En effet, j'ai signalé (³) la présence, dans le noyau d'*Amœba blattæ,* d'un parasite du genre *Nucleophaga;* les noyaux infestés offrent, à certains stades de l'évolution du

---

(¹) SCHUBOTZ, *Beiträge zur Kenntnis der* Amœba blattæ (Bütschli) *und* Amœba proteus (Pall) (*Arch. f. Protistenk.*, t. VI, 1905, p. 1).

(²) DOFLEIN, *Studien zur Naturgeschichte der Protozoen V. Amöbenstudien* (*Arch. f. Protistenk.*, Supp. I, 1907, p. 250).

(³) MERCIER, *Un parasite d'*Amœba blattæ *Bütschli* (*Comptes rendus Soc. Biol. Paris*, t. LXII, 1907, p. 1132).

parasite, une grande ressemblance avec les noyaux dont les nucléoles viennent de se résoudre en petites granulations.

A un stade ultérieur, les granulations se présentent disposées le long d'un ruban achromatique enroulé plusieurs fois sur lui-même; bientôt, elles disparaissent et le ruban se colore uniformément par l'hématoxyline ferrique. Le noyau présente alors un aspect analogue à un spirème. Le ruban chromatique se coupe et donne quatre grands chromosomes, disposés de façon à former une sorte d'étoile. Finalement, les chromosomes se répartissent en deux groupes comprenant chacun deux éléments. On ne peut s'empêcher d'être frappé de l'analogie que la succession de ces stades présente avec ceux d'une mitose typique; cependant, il faut remarquer qu'il y a ici absence complète de figure achromatique. Après l'individualisation des quatre chromosomes, on trouve encore, à côté de ceux-ci, quelques sphérules chromatiques; ce fait semble indiquer que toute la chromatine du noyau ne participe pas à la division.

La zone granuleuse et la membrane nucléaire ne présentent aucune modification appréciable au microscope pendant tout le cours de cette évolution de la chromatine; mais dès que les chromosomes se sont séparés en deux groupes, on voit apparaître un sillon au niveau de l'équateur du noyau. La membrane nucléaire invaginée refoule la zone granuleuse et le suc nucléaire; l'étranglement se marque de plus en plus et le noyau prend la forme d'un 8. A ce moment, les chromosomes de chacune des moitiés du 8 se fusionnent et donnent une grosse masse chromatique.

Les deux noyaux-filles sont ébauchés et bientôt leur séparation devient complète; ces deux éléments ont sensiblement les mêmes dimensions que le noyau primitif, celui-ci augmentant de volume au moment où se produit l'étranglement de la membrane.

Les noyaux-filles présentent, pendant un certain temps, à l'un de leur pôle, un prolongement plus ou moins long dans la constitution duquel entre la membrane et la zone granuleuse; cet aspect est dû à l'étirement qui se produit au moment de la séparation. Mais bientôt les noyaux s'arrondissent et, en même temps, leur masse chromatique se fragmente pour donner une série de nucléoles qui se disposent de façon à former une couronne très caractéristique.

Lorsque les deux noyaux ont acquis leur structure définitive, ils s'éloignent et gagnent des territoires différents du corps de l'Amibe qui s'étrangle alors à peu près en son milieu.

Peu à peu cet étranglement s'accentue et la masse cytoplasmique se coupe en deux; les deux Amibes-filles sont formées.

Les phénomènes nucléaires qui se manifestent au cours de cette schizogonie simple présentent un certain intérêt. En effet, l'évolution de la substance chromatique du noyau paraît indépendante de celle de la substance achromatique. La chromatine donne, au cours de la division, une succession d'images qui rappellent certaines figures de la mitose, tandis que la zone granuleuse, le suc nucléaire, la membrane se répartissent entre les deux noyaux-filles par un simple processus d'étranglement. En résumé,

ces phénomènes, dont le noyau d'*Amœba blattæ* est le siège, montrent une fois de plus combien les modes de division du noyau sont variés chez les Protozoaires.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de nappes de recouvrement au Nord et à l'Est de la Corse.* Note de M. E. **Maury**, présentée par M. Michel Lévy.

Dernièrement M. Termier(1), en se basant sur ma minute de la feuille de Bastia, exprimait l'avis qu'il existait en Corse une région de nappes. Jusqu'à présent, j'étais arrivé à d'autres conclusions; mais, en étudiant sur la feuille de Luri les schistes métamorphiques, je viens de me convaincre par le dédoublement de ces schistes, si longtemps discutés, que toute cette région est bien un pays de nappes. Il existe en effet deux séries de schistes métamorphiques, l'une composée de micaschistes tendres avec quartz isolé en abondance, souvent en gros amas, et l'autre, celle des schistes lustrés verts, très durs, avec pénétration de gabbros et autres roches vertes dérivées. Enfin, entre ces deux séries se trouve toujours du calcaire marmoréen plus ou moins épais, pouvant parfois disparaître complètement.

Près de Luri, les micaschistes forment le substratum dans lequel s'intercalent deux ou trois bancs calcaires sans schistes lustrés ni roches vertes; mais la dernière assise calcaire est surmontée par les schistes lustrés à l'Est et à l'Ouest. Du côté de l'Est, cette série de trois roches existe plusieurs fois en lames très étroites, très disloquées, très étirées, tout à fait broyées, avec un pendage de 45° environ vers l'Est. Evidemment il y a ici, quel que soit l'âge de ces couches, plusieurs plis ou nappes superposés dont l'origine se trouve en mer. Mais, en se dirigeant vers le Sud, les calcaires marmoréens et les schistes lustrés augmentent d'épaisseur et d'étendue, surtout les calcaires, souvent réduits plus au Nord à de minces lentilles noyées dans la partie supérieure des micaschistes. Plus au Sud, avant Erbalunga, ces séries de plis viennent plonger sous les micaschistes surmontés de calcaires et schistes lustrés occupant toute la région entre Bastia et Barretali. Au col de Teghime, à l'est de Bastia, ces schistes lustrés sont eux-mêmes sur-

(1) Termier, *Rapports de l'Apennin, des Alpes et des Dinarides* (*B. S. G. F.*, 4e série, t. VII, 2 décembre 1907).

montés par les calcaires ou calschistes, se prolongeant à Patrimonio par un calcaire gris moins marmoréen, qui contient des traces de *Gyroporella*, sur lequel repose en concordance le Trias supérieur gréseux et dolomitique et l'Infralias.

Nous avons ainsi une série de couches superposées avec contacts anormaux fréquents, étirement considérable des assises, c'est-à-dire tout ce qui constitue une région de nappes superposées se déroulant vers l'Est et le Sud-Est. Car, si nous suivons ces assises sur les feuilles de Bastia et de Corte, nous voyons toutes ces nappes se développer de plus en plus et venir buter contre le massif cristallin protoginique où l'on voit apparaître contre sa bordure des calcaires marmoréens comme à la Restonica, à Castula, à Castiglione, etc.; ces calcaires proviennent du retour à la surface de lames de Trias des nappes plus profondes mises à jour par l'érosion. Tous les bassins infraliasiques de Saint-Florent, Pedani, Orianda et Corte apparaissent ainsi au-dessus d'une nappe charriée avec laquelle ils ont été entraînés; même l'Éocène de Saint-Florent, si profondément disloqué, à stratification souvent confuse, doit former ainsi la dernière nappe au-dessus de l'Infralias tandis que l'Éocène détritique de Palasca et Olmi-Capella doit être considéré comme formé sur place aux dépens du substratum cristallin.

Les massifs de protogine de la bordure cristalline et les pointements à travers les nappes ont exercé sur les micaschistes qui sont à leur contact une action endomorphique assez grande, tandis que le mouvement de translation des nappes ou leur effort contre le massif cristallin ont pu produire par dynamométamorphisme ce facies d'écrasement qu'a si bien montré M. Deprat (¹).

Toutes ces nappes ont une grande analogie avec celles du Brenner décrites par M. Termier (²). Leur formation est antérieure au Miocène, et c'est après le Miocène que les plissements transverses les ont reployées en carapaces conservant dans les synclinaux des lambeaux des nappes supérieures et du Miocène.

De tout ceci il résulte que toute la région des schistes métamorphiques de la Corse est formée par deux séries compréhensives : l'une formée de *micaschistes permo-carbonifères* analogues à la série de Savone, tandis que les

(¹) Deprat, *L'origine de la protogine en Corse* (*Comptes rendus*, 10 juillet 1905).

(²) Termier, *Les Alpes entre le Brenner et la Valteline* (*B. S. G. F.*, 4ᵉ série, t. V, 1905).

schistes lustrés avec roches vertes associées sont *mésozoïques* et sont analogues à la série de Voltri en Ligurie; ces deux séries sont séparées par des calcaires marmoréens phylliteux en grande partie du Trias moyen.

Si la série des micaschistes paraît en place sur la bordure cristalline pour les couches les plus inférieures, les schistes lustrés sont tous nettement charriés de l'Est à l'Ouest.

Les premiers constituent le bord externe du grand géosynclinal alpin et les derniers la partie centrale.

Je montrerai dans un travail ultérieur le nombre de ces nappes superposées et le détail de leur mécanisme.

Il est fort douteux que leur prolongement vers l'Ouest ait recouvert le massif cristallin occidental de la Corse; elles se sont arrêtées certainement à la bordure du massif. Si la complication des plis y est extrême, il ne semble pas qu'ils aient eu une très grande envergure, quoique nous n'en puissions connaître l'origine à l'Est.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Migration vers le Nord de la ligne de partage des eaux dans les Alpes Lépontiennes.* Note de M. **Gabriel Eisenmenger.**

Dans une étude générale de l'hydrographie des Alpes à l'époque préglaciaire, j'ai reconnu que la ligne de partage des eaux entre le Rhin d'une part, et les affluents du Pô, d'autre part, était située à cette époque beaucoup plus au Sud qu'actuellement. L'affaissement de la plaine du Pô, en faisant considérablement descendre le niveau de base des rivières italiennes, a donné à celles-ci une pente assez forte pour marcher rapidement à la conquête de la chaîne alpine; il en résulte qu'elles ont envahi les vallées supérieures des rivières suisses et entraîné vers le Sud des cours d'eau qui, dans le principe, étaient tributaires des rivières du versant nord.

Quand on remonte le *Mittel-Rhein* ou Rhin moyen qui se joint au Rhin antérieur aux environs de Disentis, on arrive, après avoir quitté le village de Santa-Maria (1842^{m}), au col de Lukmanier (1917^{m}), le moins élevé, après la Maloja, des cols qui conduisent de Suisse en Italie. Sans transition on passe dans la vallée supérieure du Brenno, affluent du Tessin. Il en est de même pour le col de la Greina (2360^{m}) qui fait communiquer le val Somvix avec le val Camadra. On peut affirmer que primitivement le val

Medels et le val Somvix s'étendaient beaucoup plus au Sud par-dessus ces cols.

D'après l'altitude des terrasses et des gradins des vallées, j'ai conclu que la *Scaradra*, affluent actuel du val Luzone, s'est écoulée vers le Nord par Motterascio et le val Somvix. La Scaradra se trouvait être affluent d'un torrent qui prenait sa source beaucoup plus au Sud et dont le tronçon supérieur constitue la *Carassina* actuelle. Les cours d'eau primitifs ont été fragmentés par des captures opérées au profit du Brenno en amont d'Olivone : un affluent de gauche s'est emparé des eaux de tête de la Carassina, qui maintenant fait un coude brusque pour déboucher à Olivone; un autre a obligé la Scaradra à changer le sens de son écoulement. Au sud du passage de la Greina l'écoulement de ces deux branches se fait maintenant vers le Sud. Il ne reste plus comme affluent du Rhin que le tronc principal et les deux torrents qui se réunissent à l'est du pic Gaglianera.

Le Rhin moyen qui parcourt le val Medels a été aussi privé de ses eaux de tête et le col du Lukmanier a servi au passage, vers le Nord, des eaux qui descendent maintenant vers Bellinzona.

Le même phénomène s'est produit dans le val Termine. Le Passo dell Uomo (2212^{m}) est un col marécageux par lequel se sont écoulées, vers le Nord, les eaux qui se rendent au lac Ritom par la Murinascia. Cette rivière a donc été autrefois affluent du Rhin moyen.

Le *Valser Rhein* et la *Rabbiusa* ont aussi perdu une partie de leurs cours supérieurs. Le Valser Rhein paraît s'être étendu au delà des cols actuels du Valser Berg et du Bernardino-Pass, jusque dans le val Mesocco. La Rabbiusa a drainé la partie supérieure du val Giacomo en passant au-dessus du col du Splügen; tous deux ont été privés de leurs eaux de tête par le travail plus actif de la Moësa et du Liro. Je pense que l'érosion fluvio-glaciaire, en approfondissant le Rheinwald en amont de Splügen, a déterminé l'abandon du chemin du Valser Berg par les eaux venues du Zapport et du San Bernardino.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'application de la radiotélégraphie à la prévision du temps.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

M. Bigourdan a traité, dans la dernière séance (page 885), des applications de la radiotélégraphie à la prévision du temps. L'Académie me

permettra de lui exposer l'état de la question, qui préoccupe justement les météorologistes et est déjà partiellement en voie de réalisation.

Depuis un an, le *Meteorological Office* reçoit chaque jour, de quelques navires, des radiotélégrammes qui sont publiés régulièrement dans le *Daily Weather Report* et qui permettent, lorsqu'ils arrivent en temps utile, de prolonger un peu sur l'Atlantique les Cartes qui indiquent l'état général de l'atmosphère.

M. Shaw, directeur du *Meteorological Office*, a présenté sur ce sujet un rapport au Comité météorologique international, lors de sa dernière réunion à Paris, en septembre 1907. Il a indiqué, en particulier, les moyens qu'il a adoptés pour prévenir, autant qu'il se peut, les erreurs de transmission. A la suite de cette Communication, une Commission a été nommée pour étudier la question et proposer les mesures nécessaires; cette Commission est composée de MM. Shaw (Grande-Bretagne), président, Angot (France), Herz (Allemagne), Moore (États-Unis) et Rykàtchew (Russie).

Le principal obstacle à la réalisation immédiate de ce projet, on pourrait dire presque le seul, est purement d'ordre financier. Pour étendre les Cartes quotidiennes du temps jusque vers 15° à 20° de longitude Ouest, c'est-à-dire au quart seulement de la distance qui sépare des États-Unis les dernières stations d'Europe, la dépense annuelle dépasserait certainement 15000fr, même en bénéficiant du tarif très réduit proposé par la Compagnie Marconi. Le budget actuel du *Meteorological Office*, d'après son directeur, et, à plus forte raison, celui du Bureau central météorologique de France ne sont pas actuellement en état de subvenir à cette dépense.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 MAI 1908.

Œuvres de Charles Hermite, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut; t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Émile Picard.)

Traité d'Analyse, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut; 2e édition revue et aug-

mentée; t. II. *Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle. Des courbes définies par des équations différentielles. Équations linéaires. Analogie entre les équations algébriques et les équations linéaires;* 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Méthodes de Calorimétrie usitées au laboratoire thermique de l'Université de Moscou, par W. Louguinine et A. Schukarew; traduit du russe par G. Ter Gazarian. Paris, A. Herman; Genève, Georg et Cie; 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haller.)

Une lettre de Fontenelle, par M. l'Abbé Tougard. (Extr. du *Bulletin du Bibliophile.*) Chartres, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The bicentenary of the birth of Carolus Linnæus. (*Annals N. Y. Acad. Sc.,* t. XVIII, n° 1, part 1, p. 1-90, janvier 1908.) New-York; 1 fasc. in-8°.

Renseignements sur les Laboratoires scientifiques « A. Mosso » au Col d'Olen (mont Rosa, Italie). Turin, Institut de Physiologie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Adressé par M. A. Mosso.)

Recherche rapide des facteurs premiers des nombres à l'aide de deux Tables de restes, par Ernest Lebon. (Extr. du *Bulletin de la Société philomathique de Paris,* 9e série, t. IX, n° 1.) Paris, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur une modification du lait permettant de le rendre plus digestible, par Louis Gaucher. Montpellier, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mémorial de l'Artillerie navale; 3e série, t. II, 1re livraison de 1908; texte et planches. Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 fasc. in-8° et 1 fasc. in-f°.

Société industrielle d'Amiens. Table générale des Bulletins de la Société, 1892 (t. XXXI) à 1902 (t. XL). Amiens, 1908; 1 fasc. in-4°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : M. Boule et Verneau; t. XIX, nos 1-2, janvier-février 1908. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Science of Nature-History, by Nasarvanji Jivanji Readymoney. Bombay, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Carte géologique du Katanga et Notes descriptives, par F.-E. Studt, J. Cornet et H. Buttgenbach. (*Annales du Musée du Congo : Géologie, Géographie physique, Minéralogie et Paléontologie.* 2e série : *Katanga;* t. I.) Bruxelles, 1908; 1 fasc. in-f°.

Catalogus Bogoriensis novus plantarum phanerogarum quæ in Horto Botanico Bogoriensi coluntur herbaceis exceptis, auctore B.-P.-G. Hochreutiner; *Index* fasciculorum 1 et 2. (*Bull. de l'Institut botanique de Buitenzorg,* nos XIX et XXII.) Buitenzorg, 1908; 1 fasc. in-8°.

Miadesmia membranacea Bertrand; *a new palæozoic Lycopop with a seed-like structure,* by Margaret Benson. (*Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London;* série B, t. CXCIX, p. 409-425.) Londres, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Der Chtonoblast, die lebende biologische und morphologische Grundlage aller sogenannten Belebten und Unbelebten, von Dr Max Munden. Leipzig, J. Ambrosius Barth, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

A l'ouverture de la séance, M. le **Président** prononce l'allocution suivante :

Mes chers Confrères,

Le soir même de notre dernière séance, un grand deuil frappait l'Académie ; notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Albert de Lapparent, rendait le dernier soupir. Six semaines auparavant, comme il témoignait le désir de prendre quelques jours de repos, nous pouvions croire à une fatigue passagère ; rien alors ne faisait prévoir que notre Confrère venait ici pour la dernière fois.

Jeune d'aspect jusqu'à faire illusion, répandant autour de lui le charme de qualités brillantes, tel il était, voilà 50 ans, à l'École Polytechnique où il occupait le premier rang, tel encore il nous apparaissait quand nous l'avons élevé, l'année dernière, à ce poste d'honneur où nous pouvions espérer le conserver longtemps.

M. A. de Lapparent était né à Bourges le 30 décembre 1839.

Dès sa sortie de l'École des Mines, en 1863, dans un Mémoire sur la constitution géologique du Tyrol méridional, il s'était révélé géologue. Bientôt après, le jeune ingénieur collaborait activement à la Carte géologique de France et se signalait, en particulier, par un Mémoire sur le pays de Bray où, combinant les indications de la Topographie avec celles de la Géologie, il préludait à l'étude des questions qui devinrent plus tard le but principal de ses efforts.

A la même époque, comme secrétaire et rapporteur d'une Commission

chargée d'étudier un projet de tunnel sous la Manche, il contribua, avec le concours de notre regretté Confrère M. Potier, et de M. Larousse, à établir sur des données certaines les conditions dans lesquelles le tunnel pouvait être exécuté.

Sans énumérer ici une suite presque ininterrompue de travaux techniques ou d'ouvrages d'enseignement, je me bornerai à citer l'œuvre capitale de notre confrère, un *Traité de Géologie*, dont les éditions successives répandirent en France et à l'Étranger la renommée d'un vulgarisateur hors de pair.

Les vues originales exposées dans ce Livre constituèrent une science nouvelle que l'auteur développa plus tard sous une forme particulièrement attrayante; ses *Leçons de Géographie physique* montrent comment la science du géologue doit s'unir à celle du géographe pour établir l'histoire du modelé de la surface terrestre en remontant de l'état actuel jusqu'aux événements successifs des époques géologiques.

La Science française porte le deuil de M. A. de Lapparent.

L'hommage que nous rendons à sa mémoire ne serait pas complet si je n'évoquais pas ici les souvenirs que nous laissent une bonté naturelle, une bienveillance charitable et une sincérité profonde. A côté des qualités de l'esprit, les qualités du cœur et la droiture du caractère avaient valu à notre Confrère regretté des amitiés fidèles et la haute estime de tous ceux qui l'ont connu.

M. le **Secrétaire perpétuel** s'exprime à son tour en ces termes :

Monsieur le Président,

Permettez-moi d'ajouter quelques mots au bel éloge que vous venez de prononcer et de consigner ici l'expression des regrets de celui qui, parmi nous, était plus particulièrement le confrère et le collaborateur de M. de Lapparent. Un an ne s'était pas encore écoulé depuis que l'Académie, en l'appelant à succéder à Marcelin Berthelot, lui avait donné une marque de haute estime, un témoignage de confiance, dont il avait été à la fois très fier et très heureux. Le temps lui a manqué, non certes pour justifier cette confiance, mais pour montrer combien il en était digne, à tous égards et dans toutes les circonstances. C'est à peine si nous avons pu apprécier l'aménité de son caractère, la pondération de son esprit, un talent de parole et d'exposition qui a été rarement égalé. Son passage parmi nous aura été bien court, mais nous conserverons précieusement son souvenir.

MÉMOIRES LUS.

Le Colonel **Jacob** présente à l'Académie l'intégromètre à lame coupante qui, d'une façon générale, permet l'intégration de l'équation d'Abel

$$yy' = Ay^2 + By + C,$$

quelles que soient les fonctions A, B, C, et il en explique le principe et le fonctionnement.

C'est à cette forme d'équation que l'on ramène le problème balistique extérieur et en premier lieu le problème balistique intérieur.

L'appareil permet donc de résoudre ces équations, quelle que soit la loi de résistance de l'air pour le premier cas, quelle que soit la puissance de la pression à laquelle la vitesse de combustion de la poudre est supposée proportionnelle dans le second.

Il montre comment, avec l'appareil, on peut déterminer les singularités mobiles dont la présence limite la convergence des séries que l'on a tenté d'utiliser pour résoudre ces questions, et il fait voir que la présence de ces singularités constitue pratiquement le cas général.

PLIS CACHETÉS.

M. **A.-L. Herrera** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé dans la séance du 10 février 1908 et inscrit sous le nº 7296.

Ce pli, ouvert en séance, contient une Note intitulée : *Sur les phénomènes de vie apparente, observés chez les émulsions de carbonate de chaux dans la silice colloïde*.

Conformément au désir de l'auteur, cette Note sera renvoyée à la Commission du Fonds Bonaparte.

CORRESPONDANCE.

S. A. S. le Prince **Albert de Monaco** adresse à M. le Président un télégramme de condoléances à l'occasion de la mort de M. *A. de Lapparent*.

M. le **Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique**, M. le Professeur **Hughes**, au

nom de l'**Université de Cambridge** (Angleterre), M. le **Président de l'Association des Naturalistes de Levallois-Perret**, adressent également à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléance.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les fascicules II et III des *Annales du Bureau central météorologique* (année 1905), publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Application des lois de la similitude à la propagation des détonations.* Note [1] de MM. **Crussard** et **Jouguet**, présentée par M. Vieille.

I. Les formules de la propagation d'une onde de choc et combustion séparant une région 1 d'une région 2 dans une masse gazeuse sont, en adoptant les notations du Mémoire de l'un de nous *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* [2] et en n'écrivant pas l'équation de continuité, inutile ici,

$$(1)\qquad \frac{\rho_1}{\rho_2}\left(\frac{d\varpi_1}{dt}\right)^2 = \frac{\rho_1}{\rho_2}\left(\frac{d\varpi_2}{dt}\right)^2 = \frac{p_1 - p_2}{\rho_1 - \rho_2},$$

$$(2)\qquad (\rho_1 - \rho_2)(p_1 + p_2) + 2\rho_1\rho_2(U_2 - U_1) = 0.$$

En raison de leurs grandes vitesses, les mouvements seront censés adiabatiques dans toute la masse. Ils seront supposés, en outre : dans la partie 1 sans combustion, dans la partie 2 sans combustion ou avec combustion suivant la loi de la dissociation ; dans les deux parties, on négligera la viscosité. Les équations relatives aux parties 1 et 2 seront alors, en sus de l'équation de continuité,

$$(3)\qquad \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} = -j_x, \qquad \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} = -j_y, \qquad \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} = -j_z,$$

$$(4)\qquad p = f(\rho, \alpha, T), \qquad r_\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial t} + r_\rho \frac{\partial \rho}{\partial t} + c\frac{\partial T}{\partial t} = 0,$$

---

[1] Présentée dans la séance du 4 mai 1908.

[2] *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1905-1906.

auxquelles il faut joindre :

Pour la partie 1... $\alpha_1 = \text{const.}$,

Pour la partie 2... soit $\alpha_2 = \text{const.}$,
soit $g(\rho_2, \alpha_2, T_2) = 0$ (loi de la dissociation).

II. Ces équations montrent évidemment la possibilité, dans un même mélange, de mouvements semblables, où les vitesses, densités, variables chimiques, températures, pressions sont les mêmes. Si, par exemple, on provoque des ondes de choc et combustion au sein d'une même masse indéfinie par deux cartouches d'un même détonateur inégales, mais de formes semblables, les deux expériences ainsi réalisées sont semblables, avec 1 pour rapport des densités, variables chimiques, températures, pressions et vitesses.

Il suit de là que, dans les explosions par onde de choc et combustion, il n'y a pas, pour le détonateur, de *charge limite*.

Toutefois, il ne faut pas oublier que notre raisonnement suppose le régime par onde de choc et combustion établi dès le début et persistant; or, dans le cas des ondes sphériques, il est possible, par ce qu'on sait de ces ondes, qu'un tel régime ne persiste pas. Il faut aussi prendre garde de ne comparer que des systèmes de formes semblables. Cette condition n'est pas remplie quand on provoque l'explosion dans un même tube par deux amorces inégales ne remplissant pas toute la section. Dans ce cas, il y a, avant l'établissement des ondes planes, une propagation par ondes plus ou moins sphériques, d'autant plus importante que la charge est plus petite. On a montré ailleurs (¹) combien les ondes de choc sphériques différaient des ondes de choc planes; il n'y a pas à s'étonner, dans ces conditions, si une petite charge ne crée pas, dans toute la section du tube, la même pression qu'une charge forte et ne provoque pas l'explosion. C'est sans doute à des considérations de cette nature qu'il faut rattacher l'influence, si bien mise en lumière par le procédé d'amorçage récemment imaginé par M. Lheure, de la forme des détonateurs sur la mise de feu des explosifs.

III. Faisons, à une même température, sous une même pression et sous les mêmes dimensions, deux expériences dans lesquelles un même mélange gazeux est dilué dans le même volume de deux gaz inertes différents, mais ayant même chaleur spécifique moléculaire. La théorie des mélanges

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 632.

gazeux de Gibbs est fondée sur la loi d'Avogadro-Ampère et sur l'idée qu'un gaz est un vide pour un autre gaz. Dans ces conditions, si l'on donne à α et à T les mêmes valeurs, et à ρ des valeurs qui soient dans le rapport des poids moléculaires, les fonctions f et g des deux expériences prennent la même valeur, tandis que les fonctions U_1, U_2, r_ρ, r_α, c prennent des valeurs en raison inverse des poids moléculaires. *Les deux expériences sont semblables et les vitesses sont en raison inverse de la racine carrée des poids moléculaires.*

M. Dixon a, en effet, vérifié expérimentalement cette proportion pour les vitesses de l'onde explosive dans les mélanges $H^2 + O + 5H$, $H^2 + O + 5O$, $H^2 + O + 5Az$. On voit que ladite proportion ne doit pas se rencontrer seulement dans l'onde explosive proprement dite, mais dans tout phénomène d'onde de choc et combustion. D'ailleurs sa mise en évidence expérimentale constitue bien plutôt une vérification des idées de Gibbs sur les mélanges de gaz qu'une vérification d'une théorie quelconque de l'onde explosive.

ÉLECTRICITÉ. — *Télégraphie sans fil par ondes dirigées.* Note de MM. **Bellini** et **Tosi**.

La direction des ondes est obtenue par l'emploi de conducteurs aériens formés de circuits oscillatoires fermés disposés dans des plans verticaux sans connexion avec la terre.

Dans le cas de la transmission, le rayonnement est dû au champ électrique de dispersion dont les lignes de force relient la terre à chacune des armatures constituant la capacité.

Dans le cas de la réception, ces circuits agissent par le fait de la variation, à travers la surface limitée par eux, du flux magnétique engendré par le poste transmetteur.

L'énergie rayonnée ou reçue par un desdits circuits suivant les différentes directions du plan horizontal a été mesurée à l'aide du thermogalvanomètre de Duddell.

En appelant α l'angle qu'une direction quelconque forme avec le plan dudit circuit, W l'énergie rayonnée ou reçue et K une constante, on a la relation

$$W = K \cos^2 \alpha.$$

Dans le but de pouvoir facilement transmettre ou recevoir les signaux

suivant une direction quelconque, on a employé des conducteurs aériens constitués par deux de ces circuits perpendiculaires entre eux et en position fixe, fonctionnant en même temps, soit à la transmission, soit à la réception.

Pour obtenir d'une manière continue la rotation de la direction de transmission, plusieurs types d'appareils ont été imaginés; le plus pratique est constitué par deux bobines fixes, perpendiculaires l'une à l'autre, intercalées respectivement dans les circuits aériens et par une troisième bobine renfermée dans les premières. Cette dernière peut tourner autour de l'axe d'intersection des deux bobines fixes et est reliée à un condensateur et à un éclateur. En faisant varier la position de la bobine mobile, on fait varier en même temps l'excitation des deux circuits aériens, les intensités et les phases des courants oscillatoires qui les parcourent, le champ électromagnétique émis par chaque circuit aérien et par conséquent la direction du champ résultant.

Pour la réception, on a employé un appareil analogue au précédent dont la bobine mobile, au lieu d'être reliée à l'éclateur, est convenablement reliée au révélateur d'ondes. Dans ce cas, chaque circuit aérien utilise la composante perpendiculaire à son plan du champ magnétique engendré par le poste transmetteur. Le champ magnétique dans l'espace renfermé entre les bobines fixes, étant le champ résultant des champs partiels engendrés par chacune d'elles, aura une intensité maximum constante et une direction coïncidant avec celle du poste transmetteur. Par conséquent, l'intensité de réception sera maximum quand la bobine mobile sera disposée de manière à être traversée par le flux magnétique maximum; elle sera nulle dans la position perpendiculaire et variera sinusoïdalement suivant les autres positions.

Le dispositif décrit, comprenant deux *circuits oscillants fermés* aériens et perpendiculaires entre eux et les appareils rotatifs de transmission et de réception, a permis de transmettre et de recevoir suivant une direction déterminée, sans gêner les stations étrangères et sans être gêné par elles.

Le poste transmetteur a été installé à Dieppe, et deux postes récepteurs ont été construits, l'un au Havre et l'autre à Barfleur. Les signaux ont pu être transmis de Dieppe, soit au Havre, soit à Barfleur, sans que ceux destinés à un des postes aient pu être saisis par l'autre. L'angle Le Havre-Dieppe-Barfleur est de 23°. On a pu établir avec une grande exactitude la direction de plusieurs postes situés sur la côte anglaise et, par la méthode d'intersection, en faisant des observations simultanément dans les deux postes récepteurs, il a été possible de déterminer la position de ces mêmes postes.

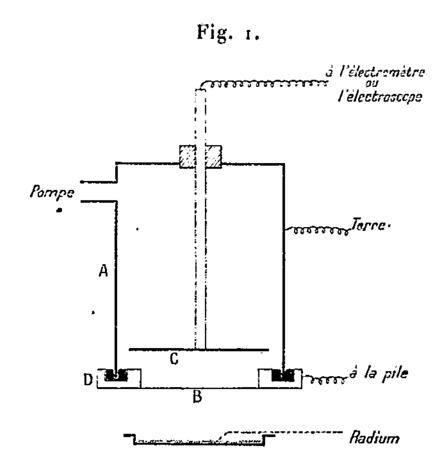
RADIOACTIVITÉ. — *Le parcours des rayons α*. Note de M. **William Duane**, présentée par M. Mascart.

Les recherches de Mme Curie, de Bragg et Kleeman et de Rutherford ont démontré que les actions ionisante, phosphorescente et photographique des rayons α cessent brusquement lorsque les rayons ont traversé plusieurs centimètres dans l'air ([1]) ou une épaisseur équivalente dans une autre substance. En outre Rutherford a trouvé que la vitesse des particules α, vers la fin du parcours, est encore (pour le radium) 60 pour 100 de leur vitesse initiale.

J'ai fait des expériences au laboratoire de Mme Curie pour décider si les autres actions des rayons α, la charge positive, le pouvoir de produire des rayons secondaires et la transformation de l'énergie cinétique en chaleur, etc., cessent à la même distance où disparaissent les effets mentionnés ci-dessus.

Je me suis servi d'une boîte cylindrique en laiton (A, *fig.* 1) de $3^{cm},8$ de long et $3^{cm},3$ de diamètre. Un trou rond, de $1^{cm},8$ de diamètre et couvert d'une lame de mica B

Fig. 1.



très mince, se trouve dans la partie inférieure de la boîte. Le mica ne pèse que 2^{mg} par centimètre carré et une grille de fils de cuivre le renforce à l'intérieur. Il est si mince que les rayons α peuvent facilement le traverser et frapper le plateau C, qui sert comme électrode.

L'appareil se trouve entre les pôles d'un électro-aimant, qui produit un champ

---

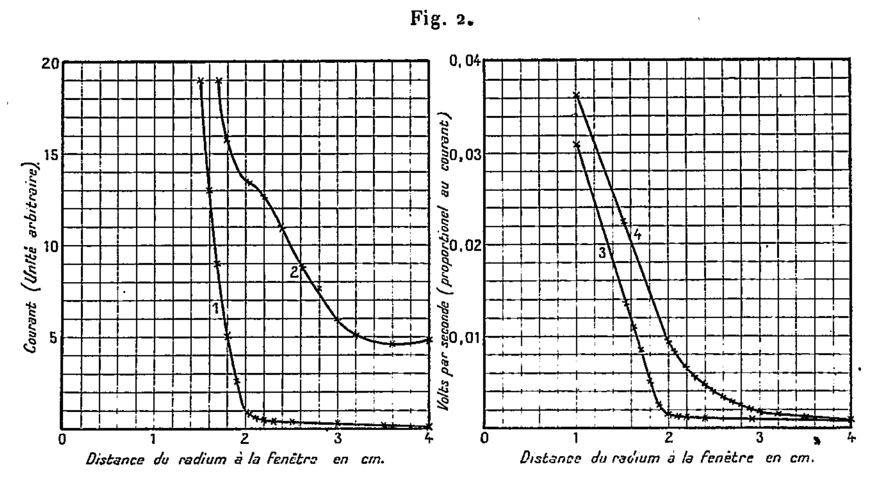
([1]) Cette distance est appelée *le parcours des rayons α*.

magnétique parallèle au plateau et à la fenêtre de mica. Enfin on peut établir un champ électrique entre le plateau et la toile métallique placée contre la fenêtre. L'anneau D qui porte la toile métallique et le mica est isolé de la boîte par de la cire, et cette boîte, qui forme anneau de garde, est en communication avec le sol.

Le mode opératoire est le suivant : une très petite quantité de chlorure de radium est dissoute dans l'eau deux fois de suite à un intervalle de plusieurs heures, pour enlever l'émanation et l'activité induite, et finalement séchée sur une lame de platine. La lame est placée sous la fenêtre de mica à des distances différentes, et les courants d'ionisation entre la fenêtre et l'électrode sont mesurés par un électromètre à quadrants. Les rayons du radium sont canalisés par de petits tubes de verre placés entre le radium et la fenêtre.

La courbe 1 (*fig.* 2) donne les résultats d'une série de mesures. Il est évident, d'après cette courbe, que *la presque totalité de l'ionisation à l'inté-*

Fig. 2.



Courbes 1 et 2 : courants d'ionisation. — Courbes 3 et 4 : charges des rayons α. — Courbes 1 et 3 : sel de radium privé d'émanation et d'activité induite. — Courbes 2 et 4 : sel de radium contenant l'émanation et l'activité induite accumulée pendant 2 jours.

rieur de la boîte cesse lorsque le radium est éloigné d'environ 2[cm] *de la fenêtre.* Les courants pour des distances plus grandes sont dus aux rayons de la petite quantité de l'émanation et de l'activité induite qui n'est pas enlevée du radium. Comme l'indique la courbe 2, ces derniers courants sont beaucoup plus grands si le radium est laissé plusieurs jours en l'état sec, pour que l'émanation et l'activité induite puissent s'accumuler.

Pour mesurer la charge électrique des rayons α j'ai fait un bon vide dans la boîte A, au moyen d'une trompe à mercure, et j'ai mesuré le courant d'électricité porté par les

rayons α vers l'électrode C à l'aide d'un électroscope de Wilson. Les rayons n'étaient pas canalisés et l'on utilisait beaucoup plus de radium que précédemment (à peu près 2^{mg} de chlorure de radium pur). Lorsque les rayons α traversent la fenêtre de mica et frappent l'électrode, ils produisent des rayons secondaires très lents. Pour supprimer ceux-ci, j'ai employé un champ magnétique parallèle à l'électrode et à la fenêtre. On a vérifié que le champ arrête tous les rayons secondaires en faisant passer sa valeur de 2400 à 3600 gauss et en constatant que le courant vers l'électrode reste constant.

On a constaté également que, lorsque le champ magnétique existe, on peut établir une différence de potentiel de plusieurs volts entre la fenêtre et l'électrode sans changer le courant vers l'électrode, ce qui montre qu'aucun courant d'ionisation appréciable n'existe à l'intérieur de la boîte.

La courbe 3 (*fig.* 2) représente les courants d'électricité portés à l'électrode par les rayons α. Il est évident que *la charge électrique des rayons α ne traverse plus le mica d'une manière sensible pour parvenir à l'électrode* C *si le radium est à plus de* 2^{cm} *de la fenêtre*. A cause de la forme des courbes, il est très difficile de déterminer la fin exacte du parcours; mais on peut dire que *la charge des particules α et leur ionisation s'arrêtent à peu près au même point* (1).

Les petits courants pour les distances plus grandes que 2^{cm} sont dus à la charge portée par les rayons de l'émanation et de l'activité induite, qui ont des parcours plus grands que ceux des rayons du radium. Comme l'indique la courbe 4, ces courants sont beaucoup plus grands si l'émanation et l'activité induite sont accumulés pendant plusieurs jours.

Je continue des expériences sur les autres actions des rayons α.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la dispersion électrique de l'eau.* Note de M. F. Beaulard, transmise par M. Lippmann.

Dans deux Notes précédentes (2) j'ai donné le résultat de recherches entreprises sur la détermination de la constante diélectrique de l'eau et de la glace, en utilisant la méthode de l'ellipsoïde diélectrique placé dissymétriquement dans un champ alternatif électrostatique. Mes premières expériences ont été effectuées avec un récipient ellipsoïdal en verre mince; pour éviter les complications que peut introduire le phénomène complexe des

(1) Les courbes indiqueraient peut-être un parcours un peu plus court pour les charges que pour l'ionisation, mais la différence est, en tous les cas, très faible.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLI, 2e semestre 1905, p. 656, et 29 avril 1907.

résidus de charge, j'ai repris cette étude avec un ellipsoïde en quartz soufflé, d'une forme assez régulière; de plus, j'ai opéré avec des longueurs d'onde différentes.

Les résultats sont les suivants :

$$\lambda = 3600^{cm}, \quad K = 3{,}321,$$
$$\lambda = 2700^{cm}, \quad K = 3{,}315,$$
$$\lambda = 1200^{cm}, \quad K = 2{,}787.$$

Ils semblent indiquer une faible dispersion électrique anomale, pour l'ordre de grandeur du champ électrique étudié. Les valeurs numériques de K sont notablement différentes du nombre généralement admis pour la constante diélectrique de l'eau ($K = 80$) et déterminé par les méthodes de charges rapides oscillatoires.

Que faut-il conclure de ce désaccord numérique? ou bien que la loi de Maxwell s'applique à l'eau ou bien qu'on se trouve en présence d'un indice apparent, provenant d'une absorption d'énergie dont le liquide serait le siège dans le champ oscillant.

L'indice électrique vrai est donné par la méthode de propagation par fils $\left(n = \frac{V_{air}}{V} = \frac{\lambda_{air}}{\lambda}\right)$ et l'indice apparent par l'étude de la transmission directe à travers le milieu. Si l'on considère le circuit de propagation (terminé par deux plateaux parallèles), où règne un mode oscillatoire, l'onde se développe sur l'ensemble des circuits et se ferme sur le condensateur, par les courants de déplacement à travers l'air et l'eau qui remplit le récipient ellipsoïdal. Or un diélectrique n'est parfait que pour une résistance infinie; pour peu qu'il soit sensiblement conducteur, un courant de conduction se superpose aux courants de déplacement, et il se produit ainsi au sein du milieu une absorption d'énergie sous forme de chaleur Joule, une fraction du train d'ondes est arrêtée. Mais, dans le dispositif utilisé, il n'y avait aucun contact entre l'eau et les armatures du condensateur; par suite tout courant de conduction était rendu impossible et, d'un autre côté, l'intervention d'une capacité de polarisation n'était pas à craindre, car l'influence de la polarisation est nulle pour des oscillations électriques rapides. Par suite l'absorption d'énergie, si elle existe, ne peut provenir que d'une autre cause.

Ainsi que l'a remarqué Drude, dans beaucoup de cas l'absorption est plus grande qu'elle ne devrait l'être par conductibilité, et alors il y a généralement dispersion anomale. Une fraction de l'énergie vibratoire est alors dissipée par le milieu, dans le voisinage des périodes correspondantes : on est en présence d'un phénomène de résonance. Le passage de la perturbation à travers une épaisseur z du diélectrique affaiblit l'amplitude dans le rapport $e^{-2\pi\chi\frac{z}{\lambda}}$; pour une épaisseur égale à la longueur d'onde comptée

dans le diélectrique, ce rapport prend la forme $e^{-2\pi\chi}$ et représente l'affaiblissement de l'amplitude à travers le diélectrique. Dans ces conditions on mesure ε, pouvoir inducteur spécifique apparent, lié au pouvoir inducteur spécifique n^2 (carré de l'indice électrique) par la relation

$$\varepsilon = n^2(1 - \chi^2).$$

Si dans cette formule on admet $n^2 = 81$, on trouve les résultats suivants :

$$\lambda = 3600^{cm}, \quad \varepsilon = 3,321, \quad \chi = 0,979,$$
$$\lambda = 2700^{cm}, \quad \varepsilon = 3,315, \quad \chi = 0,979,$$
$$\lambda = 1200^{cm}, \quad \varepsilon = 2,787, \quad \chi = 0,982.$$

Les valeurs de χ, peu différentes de l'unité, indiquent alors l'existence d'une bande d'absorption dans le champ électrique étudié (10^m à 40^m environ). Pour $\lambda = 3^{mm},4$ Coolidge avait trouvé $\chi = 0,74$, et Drude, entre $\lambda = 2^m$ et $\lambda = 38^{cm}$, n'avait pas trouvé de pouvoir absorbant électif de l'eau, alors que ce pouvoir absorbant affecte les ondes plus courtes de l'infra-rouge où existent des bandes d'absorption très serrées.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du fer observé dans la flamme du chalumeau oxhydrique*. Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. H. Deslandres.

Ayant exposé, d'une façon générale, dans deux Notes précédentes, les phénomènes que nous avons observés, à l'aide de notre nouvelle méthode, dans le spectre du fer fourni par diverses flammes, nous désirons présenter aujourd'hui les résultats que nous a donnés pour ce métal l'emploi du chalumeau oxhydrique.

Dans un ballon, traversé par un courant d'oxygène, se trouvent deux électrodes de fer entre lesquelles éclatent des étincelles produites par la décharge d'un condensateur à plaques, d'une capacité de 0,011 microfarad. Ce condensateur est en dérivation sur le secondaire d'un transformateur de Rowland, au régime de résonance (1), alimenté par un courant alternatif (110 volts, 10 ampères). L'oxygène, sortant du ballon, se mélange à l'hydrogène dans le brûleur déjà décrit (2), à l'extrémité duquel se produit une

(1) Hemsalech et Tissot, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 262.
(2) Hemsalech et de Watteville, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 859.

flamme très blanche et éclairante. Pour analyser la lumière émise, nous avons employé deux spectrographes : l'un, destiné à la partie visible, comprend un prisme de Rutherford; l'autre, à l'ultra-violet, est muni d'un prisme de Cornu en quartz. Les temps de pose adoptés ont été de 1 heure avec le premier de ces appareils et de 4 heures avec le second.

Les spectres ont été mesurés à l'aide d'une machine à diviser, et, grâce à un spectre de comparaison de l'étincelle de self-induction du fer, la longueur d'onde de chacune des raies observées a été déduite, par interpolation, de celles de quelques-unes d'entre elles facilement identifiables au moyen de l'atlas du fer de Kayser et Runge. La concordance des mesures nous a d'ailleurs permis de nous assurer de l'exactitude des identifications, ou, au besoin, de les rectifier. Le nombre total des raies ainsi mesurées est de 220 environ. Les intensités sont évaluées d'après le système de Rowland (1) : une raie encore bien visible est représentée par 1; les raies faibles par un ou plusieurs zéros selon le degré de faiblesse; une raie très forte par 10, et une raie exceptionnellement forte par un chiffre supérieur. Nous ne mentionnons ici que les raies principales dont l'intensité est au moins égale à 2.

Le professeur Hartley, dont la méthode, seule employée jusqu'ici, consiste à introduire dans la flamme déjà formée du chalumeau le composé de fer étudié, a observé quelques-unes de ces raies (environ 55) dont il n'a, toutefois, pas indiqué les intensités.

Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Longueurs d'onde.	Intensités relatives.
2483,34	4	3020,70 }	8	3565,50	6
2488,23	3	3021,15 }		3570,23	8
2490,98	2	3040,54	3	3581,32	10
2491,50	2	3047,71	3	3585,43	2
2522,67	4	3059,19	4	3608,99	2
2527,30 }	2	3440,69 }	10	3618,92	3
2527,67 }		3441,07 }		3631,62	7
2664,16	2	3443,96	3	3647,99	5
2698,23	2	3465,95	5	3680,03	7
2719,11	5	3475,52	8	3687,58	3
2720,99	2	3476,75	5	3705,70	8
2723,66	3	3490,65	6	3708,03	2
2726,20	2	3513,91	4	3709,37	4
2742,45	2	3526,25 }	3	3720,07	12
2750,21	2	3526,51 }		3722,69	8
2772,15	2	3558,62	2	3727,78	4

(1) H.-A. Rowland, *Astrophysical Journal*, t. I, 1895, p. 29

Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Longueurs d'onde.	Intensités relatives.
3735,00	8	3856,49	9	4202,15	3
3737,27	10	3860,03	13	4216,28	2 ½
3743,58	2	3865,65	3	4250,28 }	2
3745,67 }	10	3872,61	4	4250,93 }	
3745,95 }		3878,12	2	4271,30 }	6
3748,39	7	3878,82	7	4271,93 }	
3749,61	6	3886,38	8	4294,26	2
3758,36	6	3887,17	2	4307,96	6
3763,90	5	3895,75	7	4325,92	5
3767,31	4 ½	3899,80	8	4376,04	4
3788,01	2	3903,06	2	4383,70	8
3795,13	3	3906,58	5	4404,88	5
3798,65	2	3920,36	8	4415,27	3
3799,68	3	3923,00	8	4427,44	4
3813,12	2	3928,05	8	4461,75	3
3815,97	3 ½	3930,37	8	4482,35	2
3820,56	10	3969,34	4	5110,50	2
3824,58	8	4005,33	3	5167,50	3
3826,04	8	4045,90	8	5269,65 }	6
3827,96	3	4063,63	6	5270,43 }	
3834,37	7	4071,79	5	5328,15	5
3840,58	5	4132,15	3	5371,62	2
3841,19	3	4143,50 }	4		
3850,11	3	4143,96 }			

Il y a lieu de faire les remarques suivantes :

1° Les bandes de la vapeur d'eau découvertes et étudiées par MM. Huggins, Liveing et Dewar, Deslandres, ont beaucoup gêné, dans la région ultra-violette, l'observation des raies du fer dont elles ont pu masquer une partie; pour remédier à cet inconvénient, il serait nécessaire d'avoir recours à une dispersion plus grande;

2° On constate une certaine concentration d'énergie dans la portion de ce spectre située entre λ3500 et λ3900, où se trouvent les raies les plus fortes;

3° Si l'on substitue l'air à l'oxygène dans le mélange des deux gaz, on observe une diminution générale de l'éclat du spectre et, en outre, des changements dans l'intensité relative des raies;

4° En comparant ce spectre avec celui de l'arc du fer, on voit que les raies de la flamme oxhydrique sont parmi les plus fortes de l'arc, mais qu'il y a cependant des différences notables dans les intensités relatives des raies

des deux sources. Ainsi, la raie la plus forte du chalumeau est $\lambda 3860,03$ tandis que la raie la plus forte de l'arc est $\lambda 4383,70$ (intensité $= 100$, d'après Exner et Haschek);

5° Enfin, nous constatons dans la flamme du chalumeau la présence de presque toutes les raies attribuées au fer dans le spectre de Sirius, à l'exception des raies du *proto-fer* (enhanced lines de Lockyer).

OPTIQUE. — *Contribution à la théorie de la trame photographique*. Note de MM. **H. Calmels** et **L.-P. Clerc**, présentée par M. le Général Sebert.

Lorsqu'une trame quadrillée, constituée par deux systèmes de bandes opaques parallèles et équidistantes, de largeur égale à celle des intervalles transparents, les deux systèmes se coupant à angle droit et formant ainsi des mailles transparentes carrées, est disposée à faible distance en avant d'une couche photographique sensible, à l'intérieur d'un appareil disposé à cet effet, le diaphragme placé dans l'objectif projette en arrière de la trame des cônes de pleine lumière et des cônes d'ombre pure raccordés par une zone de pénombre dégradée.

On peut se proposer de déterminer les variations de l'éclairement de la couche sensible lorsque le diaphragme est réglé dans les conditions habituelles, c'est-à-dire présente une ouverture carrée, dont les diagonales sont parallèles aux bandes de la trame, de dimensions telles que le plan de la couche sensible contienne les sommets des cônes, ce qui suppose satisfaite la condition

$$\frac{\text{diagonale de la maille}}{\text{écart entre la trame et la plaque}} = \frac{\text{côté du diaphragme}}{\text{tirage de la chambre}}.$$

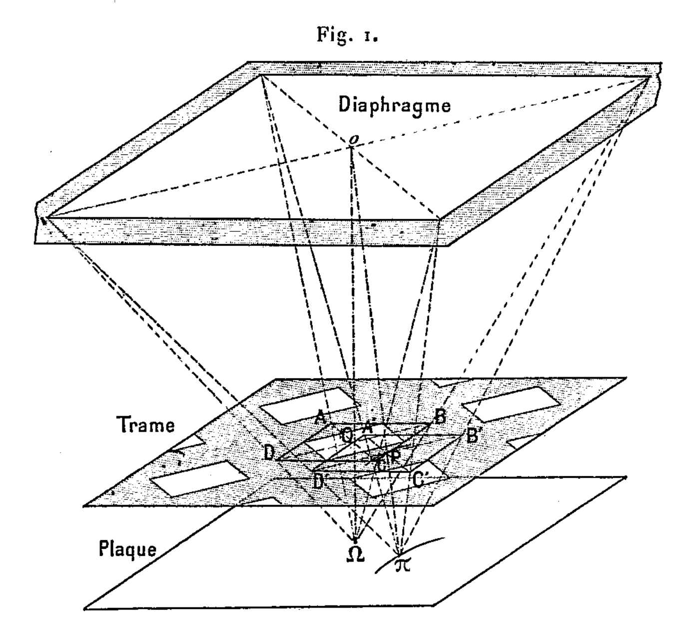
En l'absence de la trame, et après que la mise au point a été effectuée, le diaphragme, vu d'un point quelconque de la trame, paraît être une surface lumineuse d'éclat uniforme, ledit éclat étant proportionnel à celui du point objet conjugué du point où nous supposons placé l'œil.

Le flux lumineux éclairant chaque point π est limité par la pyramide ayant π pour sommet et le contour du diaphragme pour base; du fait de l'interposition de la trame, il y aura réduction de l'éclairement en π si les bandes opaques de la trame, mordant sur cette pyramide, réduisent la section utile du flux par le plan de la trame, section que nous pouvons prendre, comme mesure de l'éclairement (*fig.* 1).

Le lieu des points π, pour lesquels l'éclairement a une valeur constante, sera connu si nous connaissons le lieu du point P, centre de la section A'B'C'D' du flux initial.

En prenant pour axes de coordonnées les diagonales de la maille la plus voisine, et

Fig. 1.



désignant par 2δ le côté du carré A'B'C'D', on trouve pour lieu des points P situés à l'intérieur d'une maille, et pour lesquels le flux a une même valeur Φ, le cercle défini par l'équation

$$x^2 + y^2 = 2\delta^2 - \Phi.$$

A l'extérieur de la maille, les arcs utiles de ces cercles se prolongent par des arcs d'hyperboles équilatères qui, rapportées aux côtés du carré ABCD pris successivement deux à deux comme axes, sont définies par

$$2x'y' = \Phi - \delta^2 \qquad (\Phi > \delta^2).$$

Pour la valeur $\Phi = \delta^2$, soit une valeur de l'éclairement égale à la moitié de la valeur en O, centre de la maille, les hyperboles se confondent avec les côtés ABCD et leurs prolongements.

Pour les valeurs du flux inférieures à δ^2 les lieux d'égal éclairement sont formés des arcs d'hyperbole

$$2x'y' = \Phi - \delta^2 \qquad (\Phi < \delta^2),$$

conjugués des précédents prolongés, à l'intérieur des carrés déterminés par l'intersection de deux bandes opaques, par des arcs de cercle définis par

$$x_1^2 + y_1^2 = \Phi$$

lorsque les coordonnées sont rapportées aux diagonales de ce nouveau carré.

La figure 2 montre la distribution de ces lieux, que nous appelons *courbes isophotes*, pour des variations successives de 5 pour 100 de l'éclairage au centre. La connaissance de ces courbes isophotes permet de prévoir quelle

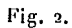
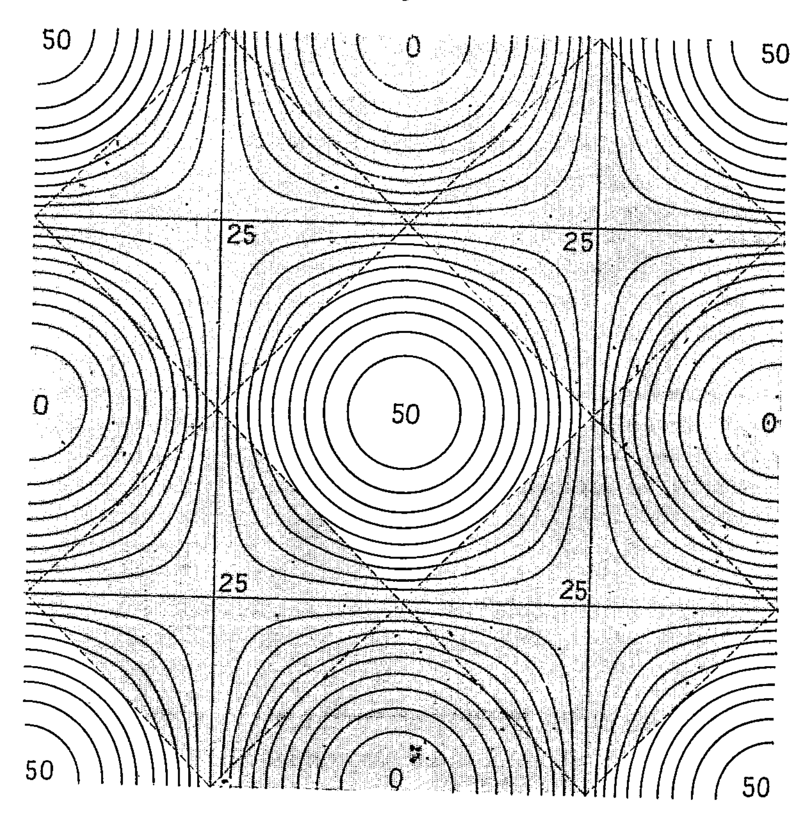


Fig. 2.



sera, en telle ou telle région de l'image photographique tramée, la forme des éléments de cette image, ces prévisions étant d'ailleurs pleinement confirmées par l'examen au microscope de telles images, exécutées dans les conditions normales de la pratique.

PHYSIQUE. — *L'agitation moléculaire et le mouvement brownien.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. J. Violle.

Toute particule située dans un liquide *en équilibre* s'agite de façon continuelle et parfaitement irrégulière, d'autant plus vivement qu'elle est plus

petite (mouvement brownien). On doit à M. Gouy d'avoir montré que cette agitation éternelle est une propriété essentielle des fluides et d'en avoir proposé une explication très séduisante en supposant qu'elle est une conséquence déjà visible des chocs moléculaires qui se produisent irrégulièrement contre la particule.

Cette hypothèse brillante n'était cependant pas établie et il n'était pas sûr qu'elle rendît compte, même comme ordre de grandeur, du phénomène en question. J'espère prouver, par les expériences qui vont être résumées, que l'agitation moléculaire est bien réellement cause, et cause unique, du mouvement brownien.

En délayant dans l'eau un bâton de gomme-gutte, on a une émulsion jaune où se voient au microscope, en éclairage ordinaire, beaucoup de granules parfaitement sphériques, déjà animés d'un mouvement brownien très net. En centrifugeant cette émulsion comme on centrifuge du sang pour en séparer les globules rouges, on obtient une émulsion qui, à l'œil nu, ressemble tout à fait à la première, mais où les granules microscopiques ont disparu. Mais, en employant l'éclairage latéral, on y aperçoit de nombreux granules ultramicroscopiques, qui sont tous à peu près de même éclat (et par conséquent à peu près de même taille), qui ne scintillent pas (et sont par suite sphériques comme les premiers). $49^{\mathrm{cm}^3},586$ de cette émulsion contenaient $49^{\mathrm{g}},299$ d'eau et $0^{\mathrm{g}},287$ de gomme-gutte, ce qui fait pour les granules étudiés une densité de 1,35.

Après l'avoir diluée, je plaçais une goutte de cette émulsion dans une préparation microscopique, dont l'épaisseur était fixe et d'environ $0^{\mathrm{mm}},12$. J'ai alors étudié la répartition des granules selon leur hauteur dans la préparation, en comptant le nombre de granules qu'on apercevait à diverses hauteurs avec un microscope à faible profondeur de champ. La répartition de régime permanent est atteinte après quelques heures. En faisant alors plusieurs milliers de lectures et prenant les moyennes, j'ai vu que, si la concentration des granules est représentée par 100 à un certain niveau, elle est représentée, à des niveaux qui sont 25, 50, 75 et 100 microns plus bas, par les nombres

116, 146, 170, 200.

Or les nombres

119, 142, 169, 201,

qui ne diffèrent des précédents que dans les limites des erreurs d'expérience, sont en progression géométrique. La répartition d'équilibre des granules dans la préparation (et probablement par suite dans toute solution colloïdale) est donc exponentielle, *comme pour un gaz en équilibre sous l'influence*

de la pesanteur. Seulement l'abaissement à la concentration moitié, qui se produit pour l'atmosphère sur une hauteur de 6^{km}, se produit ici pour une hauteur de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

On peut s'expliquer cette loi de répartition. Imaginons des granules identiques, de densité ρ, de masse m, au nombre de n par unité de volume; ils exerceraient par leurs chocs, sur toute paroi qui les arrêterait sans arrêter les molécules d'eau, une pression *osmotique* proportionnelle à leur concentration, soit kn. Si alors on écrit que les $n\,dh$ granules contenus dans une tranche horizontale de hauteur dh et de section 1 sont maintenus en suspension par la somme de la poussée d'Archimède et de la différence des pressions osmotiques sur les deux faces, on obtient l'équation

$$\frac{dn}{n} = \frac{1}{k} g\, dh\left(1 - \frac{1}{\rho}\right) m$$

qui, intégrée entre les niveaux 0 et h, donne

$$2,3 \log \frac{n_0}{n} = \frac{1}{k} mgh\left(1 - \frac{1}{\rho}\right)$$

(log à base 10). La répartition d'équilibre est donc bien exponentielle, mais on peut aller plus loin. Si, en effet, on connaît m, on sera en mesure de calculer k, puisque ρ est connu.

Un procédé précis consiste à étudier une colonne verticale d'émulsion, haute de quelques centimètres. On est ici très loin de la répartition d'équilibre et les granules des couches supérieures tombent comme les gouttelettes d'un nuage. J'ai ainsi observé, dans un tube vertical *capillaire*, une chute de $0^{mm},97$ par jour. Appliquant la formule de Stokes (chute d'une sphère en un liquide visqueux), j'ai trouvé m égal à $9,80.10^{-15}$. Portant dans l'équation précédente, on trouve k égal à 360.10^{-16} (ce qui donne pour le granule un rayon de $0^{\mu},12$).

Ainsi la pression osmotique, pour n granules dans l'unité de volume, est $n \times 360.10^{-16}$. Comparons à ce que serait la pression exercée par un gaz pour n molécules par unité de volume. Cette pression serait $n\frac{RT}{N}$, R étant la constante des gaz parfaits, T la température absolue, N le nombre de molécules contenues dans une molécule-gramme (approximativement égal à 7.10^{23} d'après la théorie cinétique). Cela fait, opérations effectuées, $n \times 343.10^{-16}$. Les nombres sont égaux, dans les limites de précision où N est connu.

Ainsi les granules en suspension fonctionnent comme des molécules *visibles* d'un gaz parfait avec un poids moléculaire égal environ à 3 milliards ($3,3.10^9$).

L'énergie cinétique moyenne d'un granule de colloïde est donc égale à celle d'une molécule. C'est, établie par l'expérience, l'hypothèse qu'Einstein et Langevin ont signalée comme équivalente à celle de M. Gouy (théorème de répartition des énergies cinétiques). Du même coup, la théorie cinétique des fluides paraîtra un peu fortifiée, et les molécules un peu plus tangibles. Leur nombre N par molécule-gramme, déduit de l'égalité précédente, supposée rigoureuse, est $6,7.10^{23}$.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un phénomène électro-optique dans l'air contenant des poussières en suspension.* Note (¹) de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. J. Violle.

L'expérience suivante, faite au cours de recherches relatives à l'influence de particules en suspension dans l'air sur sa conductibilité électrique, m'a paru digne d'être signalée. Elle met en évidence un phénomène électro-optique qui, à ma connaissance, n'a pas encore été décrit jusqu'ici.

Une cuve parallélépipédique est fermée, le long de deux faces latérales opposées, par des lames de verre, et porte, sur ses deux autres faces latérales, des plateaux métalliques distants de quelques centimètres. Une machine électrostatique permet d'établir entre ces plateaux une différence de potentiel de plusieurs milliers de volts. On introduit dans la cuve des fumées de chlorure d'ammonium, au moyen d'un courant gazeux qui a traversé successivement deux flacons renfermant de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque. Ces fumées sont examinées en lumière diffuse sur un fond obscur.

Si l'on vient à établir le champ électrique dans la cuve, on voit immédiatement le nuage devenir plus blanc et par suite plus visible, ce qui montre que la lumière diffusée par les particules a subi une modification. Si l'on place la cuve entre deux nicols dont les sections principales sont inclinées à 45° et en sens inverse sur la direction du champ électrique, le nuage de chlorure d'ammonium cesse naturellement d'être visible lorsque le champ électrique n'existe pas. *Au moment de l'établissement du champ, on voit réapparaître la lumière*, et elle disparaît à nouveau en même temps que le champ. La modification de la lumière diffusée (ou diffractée) par les particules est donc accompagnée d'une anisotropie optique du milieu constitué par l'air et les particules. Il reste à savoir s'il y a biréfringence ou dichroïsme et à faire l'étude quantitative du phénomène.

(¹) Présentée dans la séance du 4 mai 1908.

Le phénomène est dû vraisemblablement à l'orientation des poussières cristallines dans le champ électrique. Il semble voisin d'un phénomène analogue que M. Cotton m'a dit avoir observé sur les fumées provenant de la sublimation de l'indigotine : ces fumées, soumises à un champ *magnétique,* rétablissent, elles aussi, la lumière entre deux nicols placés à 45° du champ et à l'extinction. D'autre part, il est à peine nécessaire de faire remarquer l'analogie qui existe entre les faits ci-dessus et les propriétés magnéto ou électro-optiques de certains liquides hétérogènes étudiés par MM. Meslin et Chaudin (*Comptes rendus,* 1903-1906, passim).

CHIMIE. — *Sur la commensurabilité des poids atomiques.* Note de M. Hinrichs, présentée par M. Georges Lemoine.

Après avoir donné un aperçu de mes méthodes nouvelles de calcul (*Comptes rendus,* 28 octobre 1907, p. 715), j'ai publié un exposé des résultats pour les 28 éléments les mieux connus (*Moniteur scientifique,* nov. 1907, mars 1908 et une publication prochaine). Dans les conclusions de ce Mémoire, j'ai accentué la distinction entre l'écart du poids atomique [relativement au nombre rond] et la perpendiculaire menée du centre (graphique inséré dans les *Comptes rendus,* 28 octobre 1907, p. 716); dans l'aperçu donné aux *Comptes rendus,* cette distinction n'avait pas encore été reconnue, ce qui a dû causer des malentendus assez regrettables.

Pour que les projections de la perpendiculaire sur les axes soient identiques avec les écarts entre les poids atomiques véritables et ceux exprimés en nombres ronds, il faut que les excès analytiques e passent par le zéro et soient distribués autour du zéro conformément aux lois de la probabilité. Si ces conditions ne sont pas remplies, il faudra faire une discussion plus minutieuse des données de l'expérience pour déterminer l'erreur résiduelle, d'où résultera la valeur de la correction à appliquer au nombre rond du poids atomique adopté en première approximation ([1]).

I. La synthèse de l'*azotate de thallium* de M. Crookes donne l'exemple d'une détermination où cette correction est insignifiante ([2]).

([1]) Voir déjà à ce sujet *Comptes rendus,* t. CXVI, 1893, p. 696-697.

([2]) Conclusion empruntée à une Communication de M. Hinrichs du 9 avril 1908. Il admet ainsi Tl = 204,0. La Commission internationale des poids atomiques admet 204,1 (*Bull. de la Soc. chim. de France,* 5 janvier 1908).

II. La synthèse de l'*azotate d'argent*, ayant donné des excès analytiques presque tous positifs, la discussion montre que toutes les déterminations de Marignac et celles de Stas sur l'azotate desséché sont erronées; elle montre aussi que les déterminations de Stas sur l'azotate fondu donnent l'erreur résiduelle $\left(-\frac{1}{8}\right)$ à appliquer à la valeur en nombre rond 108. Donc, par la méthode limite et pour les poids d'argent employés depuis 70g jusqu'à 400g,

$$Ag = 108 - \frac{1}{8} = 107\,\frac{7}{8} = 107,875 \qquad (\text{avec } O = 16).$$

Cette valeur est confirmée par le point multiple déterminé par les expériences récentes de M. Richards pour des poids de 5g à 9g d'argent (*Carnegie publication*, n° 69, 1907, p. 54, et *Journal of the Amer. chem. Soc.*, t. XXIX, 1907, p. 286).

III. Les synthèses de *l'eau* faites depuis 1819 (Berzelius) jusqu'à 1907 (Noyes) donnent un exemple aussi remarquable de ces approximations successives [1].

Résultats généraux obtenus jusqu'ici. — I. Les nombres ronds adoptés ordinairement tels que Ag = 108, S = 32 pour O = 16 sont bien une première approximation, car la perpendiculaire [du graphique], la distance la la plus courte, a des valeurs minimes (millionièmes).

II. Ordinairement, les valeurs [données par l'expérience] passent régulièrement par le zéro du graphique avec changement de signe [d'une expérience à l'autre]. Dans de tels cas, le poids atomique véritable est identique avec le nombre rond pris comme première approximation. Exemple : le diamant C = 12 pour O = 16 (*Moniteur scientifique*, nov. 1907, p. 740-743).

III. Si les valeurs [données par l'expérience] ne passent pas de cette manière par le zéro, il faut discuter les diverses séries d'expériences afin d'appliquer la méthode limite et, par la détermination de l'erreur résiduelle, obtenir la petite correction finale. Exemple : l'argent (voir plus haut).

IV. Jusqu'ici je n'ai pas trouvé de correction excédant $\frac{1}{8}$, ni au-dessous

---

(1) Dans une Communication de M. Hinrichs du 23 mars 1908, il conclut que, le poids atomique de l'oxygène étant exactement 16, celui de l'hydrogène est

$$\frac{16}{16 - \frac{1}{8}} = \frac{128}{128 - 1} = 1,00787.$$

Sa discussion est basée surtout sur l'examen des poids atomiques en fonction du poids de l'eau produite ou méthode limite (*Comptes rendus*, t. CXVII, 1893, p. 663).

M. Noyes admet 1,00775 (*Journal of the Amer. chem. Soc.*, déc. 1907 et janvier 1908). La Commission internationale des poids atomiques admet 1,008 (*loc. cit.*).

de $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ de cette valeur. Ainsi, pour le chlore, cette correction n'est que $\frac{1}{3}$ de $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{24} = 0,041$, donnant $Cl = 35,458$ (1). Cette valeur maintient le rapport (AgCl : Ag) déjà établi (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 58).

A première vue, on pourrait croire que de telles fractions militeraient contre l'unité de la matière. Mais ... l'intervalle entre les éléments consécutifs sera l'unité divisée plus finement qu'auparavant. La force démonstrative pour l'unité de la matière sera donc plutôt accrue que diminuée par les résultats qui viennent d'être indiqués.

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxyfluorure et fluorure de thorium.* Note de M. Ed. Chauvenet, présentée par M. A. Haller.

Le premier de ces composés n'a pas été décrit; quant au fluorure de thorium, il a été préparé par Moissan et M. Étard (2) par l'action du fluor sur le carbure de thorium, puis tout récemment par M. Duboin (3) en faisant agir sur le sulfate de thorium le fluorure de potassium ou le fluorure de sodium.

I. *Oxyfluorure* $ThOF^2$. — Il était naturel de penser que la déshydratation du fluorure de thorium hydraté faite dans des conditions convenables conduirait au sel anhydre. Le fluorure hydraté, signalé il y a longtemps par Chydenius (4), peut se préparer en précipitant par le fluorure d'argent une dissolution d'azotate de thorium. Si l'on dessèche le précipité gélatineux ainsi obtenu pendant plusieurs jours dans le vide sec jusqu'à poids constant, il retient encore 4^{mol} d'eau.

Analyse.

	I.	Théorie.
Th pour 100	61,45	61,10

J'ai chauffé ce fluorure vers 800°, dans une nacelle de platine renfermée dans un

(1) La valeur 35,458 équivaut à $(35,5 - \frac{1}{24})$. MM. Noyes et Weber (*Journal of the Amer. chem. Soc.*, janvier 1908) admettent $Cl = 35,457$ pour $O = 16$. La Commission internationale des poids atomiques (*loc. cit.*) admet $Cl = 35,45$.

On sait que, avant 1908, M. Hinrichs considérait $\frac{1}{2}$ comme la commune mesure des poids atomiques de tous les corps simples (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 60 et 717). (G. L.)

(2) Moissan et Étard, *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 573.

(3) Duboin, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 489.

(4) Chydenius, *Jahresb.*, 1863, p. 194.

tube du même métal, dans un courant d'acide fluorhydrique anhydre provenant de la décomposition de KF, HF sec. Dans ces conditions, on obtient une substance blanche dont l'analyse correspond à l'oxyfluorure de thorium $ThOF^2$. Le métal a été dosé à l'état de thorine en désagrégeant cet oxyfluorure par le carbonate de potassium fondu.

Analyse.

	I.	II.	III.	Théorie.
Th pour 100............	82,34	82,2	81,95	81,15

C'est une poudre blanche, insoluble, amorphe, dégageant HF par l'action de l'acide sulfurique.

Ce même oxyfluorure peut se préparer en décomposant, dans un courant lent d'hydrogène, le fluosilicate de thorium obtenu en précipitant par de l'acide fluosilicique une dissolution d'azotate de thorium ; ce composé, bien que desséché dans le vide sec, retient encore de l'eau comme le fluorure.

Analyse.

	I.	Théorie.
Th pour 100.................	81,72	81,15

On voit que, dans les deux cas, l'eau retenue soit par le fluorure, soit par le fluosilicate, cède de l'oxygène au fluorure de thorium pour donner l'oxyfluorure. On sait d'ailleurs que les fluorures donnent volontiers des composés mixtes de ce genre et que d'autre part les sels haloïdes du thorium se changent aisément en oxyhalogénures. Sous l'influence de cette double tendance, on obtiendra donc l'oxyfluorure de préférence au fluorure toutes les fois que les matières réagissantes contiendront de l'eau.

II. *Fluorure* ThF^4. — En faisant réagir l'acide fluorhydrique gazeux anhydre sur le chlorure ou sur le bromure de thorium anhydres, on obtient le fluorure pur ThF^4. Le bromure préparé par une méthode que je ferai connaître prochainement se prête mieux à la réaction que le chlorure, sans doute à cause de sa chaleur de formation moindre. Chauffé de 350° à 400° dans un courant d'acide fluorhydrique anhydre, il se transforme en quelques minutes entièrement en fluorure.

Analyse.

	I.	II.	Théorie.
Th pour 100......	74,93	75,68	75,36

Le fluorure de thorium ainsi obtenu est amorphe, inattaquable par l'acide sulfurique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons que le séléniure d'argent peut former avec les séléniures d'arsenic, d'antimoine et de bismuth.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. D. Gernez.

L'étude de la fusibilité des mélanges qu'on peut former avec le séléniure d'argent et les séléniures de bismuth Bi^2Se^3, d'antimoine Sb^2Se^3 et d'arsenic As^2Se^3, conduit aux résultats suivants :

Dans les trois cas le point de solidification du séléniure d'argent liquide se trouve notablement abaissé par l'addition d'une faible masse de l'un des séléniures considérés. Tandis que le séléniure d'argent pur fond à 880° le mélange d'une molécule de ce corps et d'un vingtième de molécule de l'un des séléniures dont il s'agit se solidifie seulement à 790°, soit un abaissement de 90°.

La courbe de fusibilité comprend une première partie presque rectiligne qui part du point de fusion du séléniure d'argent; cette partie droite est pratiquement la même pour les trois séléniures, si l'on prend soin de porter en abscisse le nombre de molécules du corps dissous dans 100^{mol} du mélange.

Pour le séléniure de bismuth la droite est limitée à l'ordonnée 670°. A partir de ce point, qui correspond au mélange eutectique dont la composition est comprise entre $Ag^2Se\frac{1}{6}Bi^2Se^3$ et $Ag^2Se\frac{1}{7}Bi^2Se^3$, la température de solidification commençante du mélange s'élève, passe par un maximum 773° pour le composé

$$3Ag^2Se.4Bi^2Se^3,$$

puis diminue et atteint 692°, point de solidification d'un deuxième eutectique. La ligne de fusibilité se termine par une partie presque rectiligne qui aboutit au point de fusion du séléniure de bismuth, soit 718°.

Dans le cas du séléniure d'antimoine la partie droite issue du point de fusion du séléniure d'argent est limitée au point d'ordonnée 540°, température de solidification d'un eutectique renfermant à peu près 4^{mol} de séléniure d'argent pour 1^{mol} de séléniure d'antimoine. Quand la teneur en séléniure d'antimoine augmente, la température de la solidification commençante croît, passe par un maximum 650° pour le composé

$$3Ag^2Se.4Sb^2Se^3,$$

décroît ensuite jusqu'à 573°, point de solidification d'un second eutectique, puis croît régulièrement jusqu'au point de fusion du séléniure d'antimoine, 615°.

Enfin, avec le séléniure d'arsenic, on a une courbe analogue aux deux précédentes. Le premier mélange eutectique, qui renferme un peu plus de 2^{mol} de séléniure d'argent pour 1^{mol} de séléniure d'arsenic, se solidifie à 365°; on observe encore un maximum de l'ordonnée pour le composé

$$3Ag^2Se.4As^2Se^3.$$

Le second eutectique n'est pas observable, car pour les mélanges renfermant plus

de 8^{mol} de séléniure d'arsenic, la température baisse d'une manière continue pendant le refroidissement, la substance passe insensiblement de l'état liquide à l'état solide en prenant l'état pâteux.

En résumé, les trois maximums se trouvent sur la même ordonnée, ils correspondent à trois combinaisons analogues.

De plus, un même nombre de molécules de chacun des trois séléniures considérés produit le même abaissement du point de solidification du séléniure d'argent.

M. Chrétien [1] a montré que l'antimoine forme avec le sélénium, outre le triséléniure Sb^2Se^3, les composés $SbSe$, Sb^3Se^4 et Sb^4Se^5.

Nous avons étudié les systèmes formés avec ces différents composés et le séléniure d'argent. Les courbes de fusibilité que nous avons pu construire complètement dans les trois cas ont même forme générale que celles que nous avons trouvées avec les mélanges de séléniure d'argent et des séléniures de bismuth, d'antimoine et d'arsenic.

Avec le protoséléniure on observe une ordonnée maxima : 553° pour le mélange $SbSe\frac{1}{2}Ag^2Se$, mais même dans ce cas particulier on trouve une température de solidification finissante voisine de 492°. On observe cette température de solidification finissante pour tous les autres mélanges formés avec des proportions quelconques des deux séléniures. L'ordonnée de la courbe de fusibilité présente, du reste, deux valeurs minima égales à 492° pour les eutectiques suivants :

$$Ag^2Se + 16SbSe,$$
$$27Ag^2Se + 23SbSe.$$

La courbe de fusibilité des mélanges de séléniure d'argent et du séléniure d'antimoine Sb^3Se^4 présente une ordonnée maxima pour le mixte : $Sb^3Se^4.Ag^2Se$. La température de solidification commençante présente deux valeurs minima :

525°	pour le mélange	$4Sb^3Se^4 + Ag^2Se$
515°	pour le mélange	$Sb^3Se^4 + 6,5\,Ag^2Se$.

Dans tous les cas on observe un arrêt dans le refroidissement des mélanges aux environs de 490°.

---

[1] P. Chrétien, *Sur la réduction du séléniure d'antimoine* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1339).

Le système contenant du séléniure d'argent et le séléniure d'antimoine Sb^4Se^5 donne une courbe analogue, l'ordonnée maxima de la courbe de fusibilité correspond au mixte

$$4Sb^4Se^5.5Ag^2Se.$$

CHIMIE ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur l'origine de l'ozone atmosphérique et les causes de variations de l'acide carbonique de l'air.* Note de MM. **H. Henriet** et **M. Bonyssy**, présentée par M. A. Haller.

Dans un long travail qui sera publié dans un autre Recueil nous avons recherché l'origine de l'ozone atmosphérique et les causes de variations de l'acide carbonique de l'air. La présente Note a pour but de résumer très brièvement les constatations que nous avons faites et les résultats obtenus.

I. Quand on dose chaque jour l'acide carbonique et l'ozone atmosphériques, on remarque que, lorsque l'ozone augmente, l'acide carbonique diminue, et *vice versa*, quelle que soit la direction du vent. L'abaissement du taux d'acide carbonique au-dessous de la normale ne pouvant être dû qu'à l'apport de l'air des hautes régions, il s'ensuit que l'ozone provient de ces mêmes régions.

II. La proportion d'ozone est maxima par les vents d'Ouest et de Sud-Ouest, et minima par les vents d'Est; au contraire, celle de l'acide carbonique est maxima par les vents d'Est et de Nord-Est, et minima par ceux du Sud-Ouest. La variation de chacun des deux gaz est progressive quand elle passe, suivant les diverses directions de vent, de son maximum à son minimum.

Les vents d'Ouest et de Sud-Ouest, riches en ozone et pauvres en acide carbonique, apportent donc sur le sol l'air des régions élevées de l'atmosphère.

III. La pluie produit toujours, toutes choses égales d'ailleurs, une augmentation de la teneur de l'air en ozone et un abaissement du taux d'acide carbonique. Elle ramène donc, dans les couches inférieures de l'air, les gaz de la haute atmosphère.

IV. La lumière solaire, quand le ciel est parfaitement pur, n'influe pas sensiblement sur la proportion d'acide carbonique, mais élève toujours notablement celle de l'ozone. Elle a donc une action sur la production de ce gaz.

V. Les brouillards sont une cause d'augmentation considérable du taux d'acide carbonique dans l'air, mais seulement pendant leur durée. Le phénomène est dû à ce que les gaz qui se dégagent du sol, gaz très riches en acide carbonique, ne se diffusent pas, car la température de l'air dans lequel se forme le brouillard est toujours inférieure à celle de l'air situé au-dessus, et il ne s'établit aucun courant ascendant.

Les conclusions auxquelles nous ont conduits les observations précédentes sont les suivantes :

1° L'ozone de l'air prend naissance, aux dépens de l'oxygène des hautes

régions de l'atmosphère, sous l'influence des radiations ultra-violettes qui émanent du Soleil.

2° L'ozone est amené dans les couches d'air voisines du sol, d'abord par les vents et en quantité d'autant plus grande que ces vents viennent de plus haut, ensuite par les pluies, qui entraînent avec elles l'air des grandes altitudes. Ces deux facteurs sont la cause principale des variations de l'ozone.

3° Par les temps calmes et quand l'atmosphère est d'une transparence parfaite, les radiations solaires agissent sur les couches d'air inférieures pour augmenter leur proportion d'ozone.

4° Toutes les variations d'acide carbonique au-dessous de la normale sont dues à l'air des hautes régions. La proportion d'acide carbonique varie donc en raison inverse de celle de l'ozone.

5° Les variations d'acide carbonique au-dessus de la normale ont toujours pour origine des phénomènes locaux, tels que : respiration des hommes et des animaux dans les rues des grandes villes; combustions au voisinage immédiat du lieu où s'effectue l'analyse de l'air; apports du sol sous l'influence d'un échauffement momentané ou défaut de ventilation locale pendant les brouillards.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés de l'amidon en rapport avec sa forme colloïdale.* Note de M. **E. Fouard**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note récente [1] j'ai montré qu'en filtrant à travers une membrane de collodion la fausse solution d'amidon, déminéralisé partiellement, dénommée jusqu'ici, d'une façon imprécise, *amidon soluble*, on isolait une solution parfaite de cette substance. Celle-ci ne peut se définir que par des caractères physiques dont j'ai poursuivi l'étude.

I. L'essai de congélation de la solution neuve, que m'a suggéré M. Étard, montre que son abaissement cryoscopique est nul, ce qui entraîne la nullité de sa pression osmotique : une approximation de l'ordre du $\frac{1}{1000}$ de degré assigne une valeur de 15000 comme limite inférieure du poids moléculaire; cela équivaudrait au groupement de 45^{mol} de maltose. Si cette mesure fournit un criterium de pureté de la substance, elle ne peut déterminer son état moléculaire initial, car la congélation provoque une légère opalescence de la solution, prélude de la transformation granulaire [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 285.

L'observation ultra-microscopique, réalisée selon le conseil de M. J. Perrin et que je dois à l'obligeance de M. Mouton, indique que la masse élémentaire de cet amidon dissous est bien inférieure à celle de ses agrégats dans le colloïde. En effet, tandis que la pseudo-solution totale montre à cette épreuve un fond obscur constellé, à mobilité brownienne des particules, la solution filtrée, seule ou colorée par l'iode, n'offre que l'aspect du champ uniformément sombre obtenu avec un grand nombre de solutions.

Cet examen définit donc un stade intermédiaire dans la continuité des formes de la matière dissoute, depuis le colloïde minéral aux éléments insolubles jusqu'à la solution saline à molécules entièrement dissociées.

II. J'ai effectué des filtrations simultanées d'une même pseudo-solution ordinaire à 5g d'amidon pour 100 sur des membranes diverses; celles-ci ont été préparées avec des collodions différant par leur teneur en alcool, qui détermine une texture moins compacte. J'ai évalué pour chaque filtrat l'extrait d'amidon, la rotation polarimétrique et le pouvoir rotatoire correspondant.

Extraits pour 100.......	1g,518	1g,548	1g,850	2g,275	2g,365
Pouvoirs rotatoires $[\alpha_D]$.	183°15′	184°	189°	191°28′	191°50′

La substance filtrée n'est constante ni en poids, ni en qualité. L'augmentation de l'extrait est accompagnée parallèlement d'un accroissement du pouvoir rotatoire, suivant aussi la porosité du feuillet séparateur. La membrane de collodion est donc un *véritable analyseur,* révélant dans la solution vraie, par une sélection graduelle, une hétérogénéité de ses molécules dissoutes; celles-ci se différencient dans la grandeur de leur masse, caractérisée par un pouvoir rotatoire spécial, qui augmente même, dans le cas actuel, avec le degré de condensation de chacune d'elles.

III. J'ai réduit divers échantillons de solutions neuves parfaites, obtenues par filtration utilisant un collodion de type unique, à $\frac{1}{20}$ de leur volume, par évaporation aseptique, soit dans le vide à 15°, soit dans l'étuve à 60°.

Diverses fractions de ces extraits concentrés, diluées ([1]) aux titres suivants, ont été portées 30 minutes à 100°, puis filtrées à nouveau sur membranes du même collodion type. J'ai mesuré les extraits correspondants des liquides filtrés et déduit les proportions suivantes d'amidon de chaque

([1]) L'eau employée est distillée spécialement; sa conductivité est égale à $2,785 \times 10^{-6}$ à 25°.

liquide total qui ont été solubilisées :

Titre total pour 100	7g,253	5g,781	4g,545	2g,850	1g,120
Titre du filtrat pour 100	5,160	4,548	3,822	2,482	1,020
Proportion solubilisée pour 100....	71,1	78,6	84,1	87,05	91,0

Quelle que soit la température d'évaporation (15° ou 60°), à toutes concentrations, le même amidon qui traversa la même paroi dans la proportion de 100 pour 100 ne la franchit plus que par fractions comprises entre 71,1 et 91.

Ainsi, une évaporation partielle puis une dilution ont suffi pour détruire l'état de solution parfaite, dans un liquide où l'amidon subsiste toujours seul, sans dextrines ni maltose. L'*eau* est donc non seulement un dissolvant, mais encore le facteur essentiel d'une réaction modifiant l'état moléculaire de l'*amidon pur*. Son accroissement continu provoque celui de même sens du taux d'amidon filtré : c'est bien la marche d'une *réaction d'hydrolyse réversible*, tracée par la succession d'équilibres indifférents, définis respectivement par la loi d'action des masses actives.

Ces faits n'autorisent nullement à conclure que l'amidon naturel, à l'état solide, renferme des composants définis solubles. Leur production variable résulte, en effet, de l'action de l'eau, à la température de préparation de la fausse solution, qui, à 75°, est supérieure à celle de la vie du grain d'amidon.

IV. L'amidon filtré ne présente aucun caractère distinct définitif de l'amidon total. Ainsi, j'ai laissé vieillir aseptiquement les filtrats modifiés précédemment par concentration et dilution subséquente. Leur opalescence légère, indice de l'état colloïdal, ne se résout nullement en ces grains microscopiques qui furent extraits du liquide initial. Mais le trouble homogène s'accroît jusqu'à gélification complète et prise en masse d'un coagulum. Ce qui fut amidon en solution parfaite est maintenant un magma compact, faisant bloc avec le vase qui le contient : aucun principe mucilagineux, cependant, n'y a été introduit.

Les acides, le froid, d'une part; les bases, la chaleur, de l'autre, accélèrent ou retardent cette formation qui, de plus, est entièrement réversible : ce sont là toutes les propriétés de l'amidon total déminéralisé que j'ai déjà décrites [1].

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 501 et 1366.

J'en avais déduit que l'eau, par l'action de ses ions $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{OH}$, est un agent modificateur de ce colloïde.

V. Les mesures successives de la conductivité électrique d'une même solution parfaite indiquent son *augmentation continue*, depuis une valeur de $73,4 \times 10^{-6}$ jusqu'à un *maximum constant* de $226,7 \times 10^{-6}$, pendant la transformation granulaire [1].

De plus, la solution présente une acidité minime, constante, évaluée en acide orthophosphorique par litre, nulle au méthylorange, de $0^{g},039$ à la phénolphtaléine, ce qui caractérise un phosphate acide [2], entièrement dissocié en ions à cette infime proportion, que la cryoscopie ne peut révéler.

Ainsi, à cette concentration constante en ions minéraux, correspond une conductivité qui est cependant croissante. Il faut que la mobilité des ions augmente. Donc, à l'origine, ceux-ci font partie de systèmes complexes moins mobiles; ils ne peuvent être que liés à des molécules d'amidon, ionisées peut-être elles-mêmes.

L'accroissement de conductivité manifeste la libération progressive de ces masses élémentaires d'amidon et des ions minéraux, qui reprennent leur mobilité normale.

Lorsque cette rupture est totalement accomplie, le maximum de conductivité est atteint; mais on voit aussi que la condensation granulaire s'arrête, alors qu'une faible fraction de l'amidon dissous est seulement solidifiée. Les deux phénomènes sont donc corrélatifs, comme la coagulation d'un colloïde est tributaire de sa décharge électrique, selon M. J. Perrin.

Cette expérience ne conduit pas à assimiler la transformation granulaire observée à une polymérisation ou une cristallisation de la substance dissoute. Elle met en relief une relation très importante de la molécule organique d'amidon avec son milieu salin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés des thiosulfocarbamates métalliques.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Haller.

J'ai déjà indiqué succinctement la préparation et les propriétés de quelques thiosulfocarbamates métalliques (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1125);

---

[1] Mesures faites à 25°.

[2] *Étude des phosphates de l'amidon* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 501).

je puis préciser aujourd'hui plus nettement les véritables caractères de ces combinaisons. Leur nombre étant illimité, je me suis contenté de préparer les suivantes, très bien cristallisées, qui appartiennent à des catégories assez diversifiées pour donner quelque généralité à mes observations :

$$(NH^2CS^2)^2Ni, \quad (NH^2CS^2)^3Co + 2C^3H^6O \text{ (acétone)},$$
$$C^3H^7NHCS^2Na + 4H^2O, \quad C^4H^9_iNHCS^2Na + 4H^2O, \quad C^6H^5NHCS^2Na + 3H^2O,$$
$$(C^4H^9_iNHCS^2)^2Ba + 2H^2O, \quad (CH^3)^2NCS^2Na + 2{,}5H^2O, \quad (C^4H^9_i)^2NCS^2Na + 4H^2O,$$
$$C^3H^7NHCS^2Cu', \quad (C^4H^9_iNHCS^2)^2Zn, \quad (C^6H^5NHCS^2)^3Co,$$
$$(C^4H^9_i)^2NCS^2Ag, \quad [(C^4H^9_i)^2NCS^2]^2Pb, \quad \ldots, \quad Cu, \quad \ldots, \quad Ni,$$
$$[(CH^3)^2NCS^2]^3Co + 2CHCl^3, \quad [(C^4H^9_i)^2NCS^2]^3Co, \quad \ldots, \quad Fe.$$

Les sels alcalins et alcalino-terreux mono- ou dialcoylés se préparent comme je l'ai indiqué. On peut, en outre, obtenir les sels monoalcoylés en faisant réagir les sulfocarbimides sur les sulfhydrates alcalins :

$$RN{:}C{:}S + HSNa = RNH.CS.SNa,$$

en généralisant ainsi une réaction signalée autrefois par H. Will (*Ann. Chem. u. Pharm.*, t. XCII, 1854, p. 59), mais qui n'a d'intérêt pratique que si l'on utilise une sulfocarbimide naturelle peu coûteuse.

Les formules précédentes montrent que ces corps ont une tendance à cristalliser avec leur solvant; le fait est général pour ceux qui sont solubles dans l'eau; je l'ai constaté aussi pour deux combinaisons cobaltiques formant des cristaux très volumineux, l'une avec l'acétone, l'autre avec le chloroforme.

Les sels alcalins et alcalino-terreux sont incolores; celui de zinc aussi; ceux de cuivre, de nickel, de cobalt et de fer sont diversement et intensivement colorés de nuances sans rapport avec celles des sels minéraux ordinaires; ces colorations, jointes à la possibilité d'une extraction par les solvants non miscibles à l'eau, peuvent recevoir des applications analytiques, pour rechercher notamment le cuivre et le fer.

Bien que ce soient des sels ferreux et cobalteux qui aient été employés pour la double décomposition avec les thiosulfocarbamates alcalins, ce sont des thiosulfocarbamates de métaux trivalents que j'ai finalement obtenus. La réaction n'est pas simple. Au contraire, les sels cuivriques bruns du type $[RNH.CS^2]^2Cu$ se transforment spontanément et rapidement en sels jaunes, cuivreux, $RNH.CS^2.Cu'$.

J'ai soumis à la cryoscopie aqueuse le propyl- et le diméthylthiosulfocarbamate de sodium, ainsi que le propylimidodithiocarbonate disodique $C^3H^7N : C(SNa)^2$ qui est censé se faire quand on ajoute la quantité

théorique de soude au propylthiosulfocarbamate; les deux premiers ont donné presque exactement la moitié du poids moléculaire théorique; le troisième, le quart. Cela signifie que les deux premiers sont des sels normaux en solution aqueuse et que le second s'hydrolyse en $C^3H^7NH.CS^2Na$ et Na OH qui fournissent chacun deux ions.

La cryoscopie dans le benzène et mieux, dans le bromure d'éthylène, des composés $[(C^4H^9_i)^2N.CS^2]^2Ni$; $[(C^4H^9_i)^2N.CS^2]^3Co$, ..., Fe, ont donné des valeurs correspondant à ces formules, ce qui signifie que ces molécules ne sont pas (ou sont peu) ionisées dans ces solvants organiques et qu'elles y répondent, d'ailleurs, non aux types X^6Co^2 et X^6Fe^2, mais à X^3Co et X^3Fe.

Une solution benzénique de $[(C^4H^9_i)^2N.CS^2]^2Cu$ à 2 pour 100 placée sous une épaisseur de 2^{mm} entre une anode de platine cuivré et une cathode de platine n'a donné lieu à aucun transport de cuivre après 30 minutes, sous 4 volts. La conductivité est donc nulle (ou très faible), conformément à ce qu'on pouvait déduire des données cryoscopiques. Les composés solides s'électrisent par pulvérisation.

A cette absence d'ionisation correspond une indifférence considérable vis-à-vis des réactifs ordinaires. Ainsi les sels de cuivre ne réagissent plus avec l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque; ceux de nickel, de cobalt, de fer, avec le sulfhydrate d'ammoniaque; le diisobutylthiosulfocarbamate d'argent ne précipite qu'après 10 minutes et plus, par l'acide chlorhydrique, etc. Par contre, si le sel de plomb ne réagit pas avec l'iodure de potassium, il est, presque instantanément à froid, précipité par l'acide sulfurique et, après peu de temps, par l'hydrogène sulfuré. Toutes ces réactions ont été faites en milieu organique légèrement aqueux.

Les sels de Cu, Ni, Co, Fe, Ag sont donc au plus haut degré des composés à métaux dissimulés; ce que l'on conçoit facilement si on remarque que le radical électropositif $RR_1N.CS.S$ — contient un groupement aminé qui contribue déjà si puissamment à modifier certaines réactions de sels de ces métaux, mais qui, par contre, a peu d'affinité pour le plomb.

On a ici des combinaisons se rattachant nettement à la catégorie que H. Ley a appelée (*Zeit. Elektroch.*, t. X, 1904, p. 954) *innere Metal-Komplexesalze* et que je propose de désigner en français sous le nom de *complexes internes*, les mots *sel* et *métallique* étant superflus, puisque ce ne sont pas des sels et que la complexité est aussi bien due au reste de la molécule qu'au métal.

Dès lors, la constitution des thiosulfocarbamates complexes peut s'ex-

primer par des schémas tels que :

$$\left[\begin{array}{l} R^2N-CS-S \\ \qquad \vdots\; Cu\!\!\begin{array}{l}\diagup\\ \diagdown\end{array} \\ R^2N-CS-S \end{array}\right], \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} SC \!-\!-\!-\! NR^2 \\ \quad \diagdown S \diagup \;\; \diagdown \\ \quad\;\; S \qquad \rangle Cu, \\ \quad \diagup \;\; \diagdown \;\; \diagup \\ SC \!-\!-\!-\! NR^2 \end{array}$$

suivant qu'on emploie la notation de M. A. Verner ou celle de Blomstrand-Jörgensen. Dans les deux cas, la molécule se ramasse, se replie sur elle-même, pour ainsi dire, à cause d'un échange cyclique de valences; aussi acquiert-elle une solidité remarquable dont j'ai encore eu une preuve dans la volatilité de quelques-unes de ces combinaisons; ainsi, les diisobutylthiosulfocarbamates de nickel et de cuivre distillent presque sans décomposition dans le vide malgré leur poids moléculaire énorme; beaucoup d'autres se volatilisent partiellement.

Une autre conséquence de cette tendance à former des complexes internes c'est que, tandis qu'un thiosulfocarbamate alcalin se conduit normalement comme un sel à acide faible et à base forte, un sel de cuivre se conduit, au contraire, comme si la base et l'acide étaient très forts. Ainsi, l'oxyde de cuivre mêlé au sel alcalin en déplace l'alcali, tandis que le sel alcalin versé dans une solution sulfurique de sulfate de cuivre donne encore le complexe cuivrique; l'acide organique, chassé du sel alcalin par l'acide sulfurique, chasse à son tour celui-ci du sulfate de cuivre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des dérivés amidés de l'o-dibenzoylbenzène.* Note de MM. **A. Guyot** et **P. Pignet**, présentée par M. A. Haller.

Tandis que l'*o*-dibenzoylbenzène, ses homologues et ses produits de réduction, d'oxydation ou de condensation sont aujourd'hui bien connus et ont fait l'objet de plusieurs publications de la part de l'un de nous en collaboration avec MM. Catel (¹) ou Valette (²), nous ne savons encore rien des dérivés amidés correspondants.

Le but de la présente Note est de combler cette lacune et de préparer

(¹) Guyot et Catel, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1348.
(²) Guyot et Valette, *Bull. Soc. chim.*, t. I, 1907, p. 52.

des matériaux que nous aurons l'occasion d'utiliser dans un prochain Mémoire sur les colorants *o*-substitués du triphénylméthane.

Tétraméthyldiamido-o-benzoylbenzylbenzène

$$(CH^3)^2N - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - N(CH^3)^2.$$

— Ce composé s'obtient avec un rendement moyen de 60 à 70 pour 100 du rendement théorique par condensation de la diméthylaniline avec le chlorure de l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque, en présence de chlorure d'aluminium (1). Il cristallise en belles aiguilles d'un jaune pâle, fondant à 133°, et distillable dans le vide sans altération. Les réactifs habituels des cétones : hydrazine, phénylhydrazine, hydroxylamine ou semicarbazide, ne s'y combinent pas. En solution dans l'acide acétique glacial, il donne à froid, avec l'acide azotique, un dérivé trinitré $C^{24}H^{23}N^5O^7$, prismes jaunes, très brillants, fondant à 174°. Réduit par l'amalgame de sodium, il fixe 2^{at} d'hydrogène et donne le *tétraméthyldiamido-o-benzhydrylbenzylbenzène*

$$(CH^3)^2N - C^6H^4 - CHOH - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - N(CH^3)^2,$$

prismes incolores et très réfringents, fondant sans netteté vers 98° et brunissant rapidement au contact de l'air. Ce dernier, traité à son tour par le zinc et l'acide chlorhydrique, subit une réduction plus profonde et conduit au *tétraméthyldiamido-o-dibenzylbenzène* $(CH^3)^2N - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - N(CH^3)^2$, fines aiguilles blanches, fondant à 90°.

Au contact de l'acide sulfurique concentré et froid, le tétraméthyldiamido-*o*-benzhydrylbenzylbenzène perd 1^{mol} d'eau et subit une condensation anthracénique représentée par l'équation

H C OH — N(CH³)² ; CH² — N(CH³)² = H²O + H C — N(CH³)² — N(CH³)² CH²

Le *tétraméthyldiamido*-2,13-*phényl*-9-*dihydroanthracène* $C^{24}H^{26}N^2$, qu'on obtient ainsi, se présente en petites aiguilles blanches, fondant à 168°. Les oxydants, et en particulier le chloranile en solution benzénique, transforment facilement par perte de H^2 cet hydrure en *tétraméthyldiamido*-2,13-*phényl*-9-*anthracène* $C^{24}H^{24}N^2$, belles aiguilles jaunes brillantes, fondant à 184°, dont les solutions dans la plupart des dissolvants présentent une superbe fluorescence verte. Il ne nous a pas été possible

---

(1) Cette préparation est en réalité très délicate; on en trouvera tous les détails dans un Mémoire étendu.

jusqu'alors de passer, par une oxydation plus profonde, aux anthranol et oxanthranol correspondants.

Traité par le chloranile en solution benzénique, le tétraméthyldiamido-*o*-benzoylbenzylbenzène nous a fourni, par oxydation du groupe — CH^2 —, le *tétraméthyldiamido-o-dibenzoylbenzène* $(CH^3)^2N - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - N(CH^3)^2$, prismes d'un jaune pâle, fondant à 207°, solubles dans l'acide sulfurique concentré avec la coloration rouge fuchsine très intense, caractéristique du dibenzoylbenzène et de ses dérivés. Tandis que la phénylhydrazine ne réagit que sur un seul groupe cétonique de cette molécule et donne une *monophénylhydrazone* $C^{30}H^{30}N^4O$, petits cristaux jaunes, fondant à 194°, l'hydroxylamine et l'hydrazine nous ont permis de caractériser nettement les deux fonctions cétoniques du produit. La *dioxime* $C^{24}H^{26}N^4O^2$ se présente en cristaux incolores fondant en se décomposant vers 230°; la *phtalazine* $C^{24}H^{24}N^4$ cristallise en petits prismes d'un jaune serin (P. F. : 281°) solubles avec une belle coloration rouge sang dans l'acide acétique concentré.

Traité par les réducteurs alcalins, le tétraméthyldiamido-*o*-dibenzoylbenzène fixe 4^{at} d'hydrogène et donne le *tétraméthyldiamido-o-dibenzhydrylbenzène*

$$(CH^3)^2N - C^6H^4 - CHOH - C^6H^4 - CHOH - C^6H^4 - N(CH^3)^2,$$

petits cristaux blancs (point de fusion : 124°), que les déshydratants et en particulier l'oxychlorure de phosphore transforment facilement, par perte de 1^{mol} d'eau, en *tétraméthyldiamidodiphényl-αα'-benzo-ββ'-dihydro-αα'-furfurane* (point de fus. : 145°)

$$C^6H^4\begin{cases} CH - C^6H^4 - N(CH^3)^2 \\ \quad\rangle O \\ CH - C^6H^4 - N(CH^3)^2. \end{cases}$$

En remplaçant dans les préparations précédentes la diméthylaniline par la diéthylaniline, nous avons préparé de même le *diéthyldiméthyldiamido-o-benzoylbenzylbenzène*

$$(C^2H^5)^2N - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - N(CH^3)^2,$$

belles aiguilles blanches, fondant à 104°; son *dérivé trinitré* $C^{26}H^{27}N^5O^7$ (point de fusion : 125°); le *diéthyldiméthyldiamido-o-benzhydrylbenzylbenzène*

$$(C^2H^5)^2N - C^6H^4 - CHOH - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - N(CH^3)^2,$$

cristaux incolores et très réfringents, fondant vers 73°; le *diéthyldiméthyldiamido-o-dibenzylbenzène*

$$(C^2H^5)^2N - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - N(CH^3)^2$$

(point de fusion : 57°); les dérivés *dihydroanthracénique* $C^{20}H^{30}N^2$ (point

de fusion : 113°) et *anthracénique* $C^{20}H^{28}N^2$ (point de fusion : 132°) correspondants; le *diéthyldiméthyldiamido-o-dibenzoylbenzène*

$$(C^2H^5)^2N - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - N(CH^3)^2$$

(point de fusion : 110°), sa *phtalazine* $C^{26}H^{24}N^4$ (point de fusion : 189°) et sa *phénylhydrazone* $C^{32}H^{34}N^4O$ (point de fusion : 170°).

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une nouvelle méthode de tannage*. Note de MM. **Louis Meunier** et **Alphonse Seyewetz**, présentée par M. A. Haller.

1. Si l'on soumet la peau épilée à l'action d'une solution d'hydroquinone, en vase fermé, en évitant avec soin le contact de l'oxygène de l'air, on constate que la peau ne change pas d'aspect et qu'elle reste toujours sensible à l'action de l'eau bouillante. La fibre n'est pas insolubilisée.

2. Si l'on recommence la même expérience au contact de l'air et, en présence d'un alcali, pour faciliter l'oxydation de l'hydroquinone, on constate que la fibre dermique se colore successivement en rose tendre, rose violacé, violet, et enfin, en brun. Lorsque la fibre a atteint la coloration brune, elle est absolument insolubilisée et résiste d'une façon parfaite à l'action de l'eau bouillante.

Il est bien évident que les phénomènes de tannage susceptibles d'être produits par l'hydroquinone au contact de l'air seront activés chaque fois qu'on se placera dans des conditions favorables à l'absorption de l'oxygène, et l'on peut utiliser les travaux de Bertrand sur l'action de la laccase (*Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 362), de Job sur l'action des acétates de cérium, de lanthane, de manganèse (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 45), de Dimroth sur l'action de l'acétate de mercure (*Berichte*, t. XXXV, p. 2853), de Woolf sur les peroxydiastases artificielles (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 781), etc., pour activer l'insolubilisation de la fibre dermique.

D'après nos observations, il semble d'ailleurs que, parmi les matières solubles abandonnées à la solution par la peau au cours du tannage, se trouvent des oxydases favorisant la fixation de l'oxygène.

3. Au lieu de déterminer l'insolubilisation lente de la fibre dermique par les produits d'oxydation de l'hydroquinone, se formant petit à petit au contact de l'air, on peut soumettre directement cette fibre à l'action de solutions de quinhydrone ou de quinone, qui sont les produits qu'on obtient par l'action des divers oxydants sur l'hydroquinone. On voit alors

la peau passer successivement par la gamme des couleurs signalées précédemment, c'est-à-dire devenir rose, puis violette et enfin brune. Lorsque la peau a subi d'une façon uniforme, dans son épaisseur, l'action graduée d'une liqueur de quinone contenant seulement 1 pour 100 du poids de la peau en quinone, la fibre a été insolubilisée et transformée en un cuir dont la résistance à l'action de l'eau, des alcalis et des acides est supérieure à celle de tous les cuirs connus jusqu'à ce jour, cuir au chrome compris.

L'action de la quinone sur la fibre est très rapide si la peau présente une réaction alcaline; elle est plus lente et peut même ne pas produire d'effet si la peau présente une réaction acide. La présence du borax dans la solution de quinone empêche toute réaction.

Si l'on épuise à l'éther une liqueur de quinone usagée pour le tannage des peaux, on constate qu'il est facile d'extraire du bain une quantité notable d'hydroquinone facile à caractériser par ses constantes physiques et par ses réactions typiques.

Il résulte donc de là qu'une partie de la quinone a été réduite par la fibre et ramenée à l'état d'hydroquinone; la fibre a donc subi une oxydation en même temps qu'elle s'est insolubilisée. Pour expliquer le mécanisme de la réaction de la quinone sur la fibre dermique, il est bon de rappeler, auparavant, comment ce corps réagit sur les amines simples comme l'aniline.

On sait depuis longtemps que la quinone réagit sur l'aniline en deux temps :

1° Il y a oxydation partielle du groupement amidé et formation d'hydroquinone.

2° Combinaison de la quinone avec l'aniline oxydée et formation d'anilinoquinone ou de dianilinoquinone, comme l'indiquent les équations

$$C^6H^5AzH^2 + 2C^6H^4O^2 = (C^6H^5N)C^6H^4O^2 + C^6H^6O^2,$$
$$2C^6H^5AzH^2 + 2C^6H^4O^2 = 2(C^6H^5N)^2C^6H^4O^2 + C^6H^6O^2.$$

En raison, d'une part, de la présence de groupements amidés dans la molécule de matière albuminoïde constituant la fibre dermique, d'autre part, de la formation d'hydroquinone pendant le tannage, nous croyons qu'il est possible d'admettre un mécanisme analogue pour expliquer l'action de la quinone sur la peau; autrement dit, si l'on admet pour la molécule albuminoïde constituant le tissu conjonctif la constitution schématique

$$R\begin{cases}COOH\\NH^2\end{cases},$$

les réactions prenant naissance pourront être exprimées par des équations identiques.

Il est cependant possible que la soudure du résidu amidé avec le résidu quinonique se fasse sur les atomes d'oxygène, par suite d'une transposition moléculaire, et que la combinaison formée puisse être schématisée par les formules

```
             O — C                  R — Az — O — C
            /HC⁄⁄ \CH                |      HC⁄⁄ \CH
R — Az<      |    ||                 |       |    ||
            \HC\\ /CH                |      HC\\ /CH
             O — C                  R — Az — O — C
```

Les phénomènes que nous venons d'exposer pour l'hydroquinone se vérifient d'une manière aussi nette sur tous les phénols donnant par oxydation des quinones; ils sont moins accusés avec les autres phénols; cependant, on observe toujours un tannage plus ou moins rapide, chaque fois qu'un phénol agit sur la substance dermique dans des conditions favorables à son oxydation.

La peau tannée à la quinone présente une grande affinité pour les colorants acides et pour les colorants basiques. Les teintures avec les couleurs d'alizarine, ainsi que les teintures aux bois, s'effectuent également avec la plus grande facilité.

Nous avons appliqué ces résultats à l'étude du mécanisme du tannage au moyen des tanins végétaux.

PHYSIOLOGIE. — *Effets thermiques des courants de haute fréquence sur l'organisme.* Note de MM. **A. Zimmern** et **S. Turchini**, présentée par M. Bouchard.

Au mois d'octobre 1907, MM. Bergonié, A. Broca et Ferrié ont fait part à l'Académie des résultats négatifs auxquels les avaient conduits leurs recherches sur les variations de la tension artérielle, chez l'homme et l'animal, avec un générateur de haute fréquence extrêmement puissant. Ces auteurs s'étant limités à l'expérimentation avec le dispositif d'autoconduction, nous avons voulu, à leur suite, nous assurer que leurs conclusions pouvaient être valablement étendues aux dispositifs : lit condensateur et application directe.

Nous avons opéré à cet effet chez le chien et chez l'homme.

Chez le chien, nous avons eu recours à l'enregistrement direct de la pression artérielle avec le manomètre de François-Franck, et dans aucune de nos expériences nous n'avons pu déceler la moindre diminution de la valeur moyenne de la pression artérielle. Chez l'homme les mesures faites avec le sphygmomanomètre de Potain nous ont quelquefois montré des abaissements, mais toujours peu marqués (1^{cm} à 2^{cm} de mercure), tout au plus, par conséquent, un peu supérieurs aux limites des erreurs d'expérience.

Au cours de ces recherches, notamment à la suite d'une expérience faite après injection d'adrénaline, dans le but d'élever artificiellement la tension artérielle, nous avons été amenés à prendre la température rectale de nos animaux en expérience, et les modifications que nous avons pu constater, rapprochées des élévations de température que nous avions déjà observées cliniquement après application de la haute fréquence, nous ont permis d'élucider l'un des modes d'action de ces courants.

Quand on soumet un chien normal aux courants de haute fréquence appliqués directement ou sous forme de lit condensateur, on note toujours, quand l'intensité est suffisante (300 milliampères environ), une élévation de la température rectale de l'animal qui, au bout de 20 minutes, peut atteindre $\frac{3}{10}$ à $\frac{4}{10}$ de degré. Après le passage du courant, la température reste stationnaire, ou décroît légèrement comme cela se produit chez tous les animaux immobilisés sur une table d'opération. La cause de cette élévation de température est indiscutablement l'effet Joule du courant électrique, effet Joule très considérable, en raison des hautes intensités que permettent de débiter ces courants.

Fait remarquable : chez le chien, on voit, peu après le commencement de l'application, la fréquence des mouvements respiratoires passer rapidement de 10 respirations à la minute à 24, 30, 50. Il semble que le chien tend à lutter contre l'apport de chaleur par son moyen de régulation habituel : la polypnée.

L'homme se comporte vis-à-vis des courants de haute fréquence sensiblement de la même manière. En effet, ainsi que l'a montré M. Wertheim-Salomonson, et ainsi que nous l'avons pu vérifier, la température rectale s'élève de $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de degré pendant le passage du courant (intensité efficace aux environs de 500 milliampères). De plus les modifications habituelles du pouls volumétrique indiquent que l'organisme met en jeu son moyen de défense usuel contre les élévations de température modérées : la vaso-dilatation périphérique. Jamais on n'obtient la sudation, réaction de défense de l'organisme contre les accroissements de température supérieurs à ceux que permet d'atteindre l'effet Joule des courants de haute fréquence aux intensités tolérables pour l'homme.

On sait que, chez les chiens chloralisés, la température décroît régulièrement, en

raison du trouble apporté par cette substance au mécanisme de la régulation thermique. Or, l'application de la haute fréquence chez un chien chloralisé relève la courbe de décroissance, c'est-à-dire que le chien cesse de se refroidir ou se refroidit moins pendant le passage du courant. Le chien chloralisé toutefois ne se défend pas contre l'apport de chaleur par la polypnée : la fréquence des inspirations ne s'élève guère plus de 30 pour 100. La raison doit, semble-t-il, en être recherchée dans l'impuissance relative à laquelle, du fait de l'intoxication chloralique, se trouvent réduits les centres thermo-régulateurs. Si, par l'application de la haute fréquence chez les chiens chloralisés, la température ne s'élève pas davantage, cela tient sans doute à ce que ces centres, impuissants à provoquer la polypnée, conservent le pouvoir de modérer l'intensité des combustions internes.

Il en est de même des artério-scléreux, chez lesquels l'état du système circulatoire entrave la défense par vaso-dilatation périphérique, et que l'apport de chaleur par les courants de haute fréquence conduit peut-être aussi à modérer leurs combustions cellulaires.

Ces expériences, faites simultanément sur l'animal et l'homme, nous permettent de poser les conclusions suivantes :

1° L'animal et l'homme réagissent contre l'effet Joule des courants de haute fréquence de la même manière que contre tout apport de chaleur rapide. Le chien tend à se défendre par polypnée, l'homme par vaso-dilatation périphérique.

2° Quand le système nerveux est impuissant à mettre en jeu ses moyens de régulation habituels, il est probable que la défense contre l'apport de chaleur se fait par une diminution de l'intensité de la thermogenèse.

3° Au point de vue pratique, la haute fréquence, par l'effet Joule qu'elle développe, constitue un procédé particulier de thermothérapie, moins brutal que les moyens de thermothérapie externes en usage (bains chauds; bains de lumière, de soleil, etc.) et en différant surtout en ce qu'elle n'occasionne aucune dépense sensible pour l'organisme.

Secondairement, la mise en jeu du moyen de régulation « vaso-dilatation périphérique » paraît en indiquer l'emploi dans quelques troubles circulatoires : spasmes vasculaires périphériques, congestions viscérales; la cryesthésie des brightiques et des artério-scléreux, etc.

MÉDECINE. — *Recherches sur la répartition de la substance antivirulente dans les humeurs des animaux vaccinés*. Note de M. L. **Camus**, présentée par M. Bouchard.

On sait, depuis les recherches de Sternberg et de Kingoun, que dans le sang des individus vaccinés existe une substance capable de neutraliser le

vaccin, mais ce sont les travaux de Béclère, Chambon, Ménard et Jousset qui ont fait connaître quelques-unes des propriétés physiques et chimiques de cette substance active, qu'ils ont appelée *substance antivirulente*. Dans le but de découvrir une condition naturelle dans laquelle cette substance pourrait être plus ou moins isolée des matières albuminoïdes, j'ai étudié comparativement l'action antivirulente du sérum sanguin, du liquide céphalorachidien, de l'humeur aqueuse et du contenu de bougies remplies d'eau distillée qui étaient restées un certain temps dans la cavité péritonéale d'animaux fortement vaccinés.

Action comparée du liquide céphalo-rachidien et du sérum des animaux immunisés sur le vaccin. — Les expériences ont été faites avec les humeurs de lapins vaccinés depuis 17 à 60 jours; les liquides ont été mélangés à des vaccins d'activité différente, mais dans chaque expérience c'est la même dilution de vaccin très homogène qui a servi pour étudier comparativement l'action du sérum, celle du liquide céphalo-rachidien et celle de l'eau salée physiologique.

La dilution finale du vaccin était d'environ de 1 pour 1000 et le contact avec les humeurs, avant l'ensemencement, a varié de 30 minutes à 1 heure 30 minutes à la température de 37°. Voici réunis dans le Tableau suivant les résultats des expériences :

Numéro des expériences.	Nombre de pustules par 10^{cm^2} sur les surfaces ensemencées avec les mélanges		
	vaccin + sérum.	vaccin + liq. céph.-rach.	vaccin + eau salée.
I	0	1	35
II	1	2	27
III	0	14	16
III*bis*	0	17	16
IV	0	4	30
IV*bis*	0	28	30
V	0	0	37
VI	0	16	82
VIII	0	5	34

L'examen de ces chiffres montre nettement que le liquide céphalo-rachidien a un pouvoir antivirulent toujours inférieur à celui du sérum sanguin, mais son activité semble très variable, tantôt elle est très forte et tantôt complètement nulle. Dans les expériences III, III*bis* et IV*bis*, où elle est absolument nulle, le liquide céphalo-rachidien était parfaitement limpide et incolore; dans l'expérience VI, où son activité est faible, on n'a rien remarqué d'anormal, mais dans les expériences II, IV, V, où l'action antivirulente a été très marquée, on a constaté la présence d'une trace de sang et les globules ont été éliminés par centrifugation. Dans l'expérience VIII, le liquide céphalo-rachidien était exempt de globules rouges, mais sa centrifugation a donné un léger dépôt blanchâtre. Enfin, si l'on réserve l'expérience I pour laquelle l'observation, en

ce qui concerne la présence de trace de sang, n'a pas été bien faite, on peut conclure que l'action antivirulente semble ne pas appartenir au liquide céphalo-rachidien.

Deux fois j'ai examiné l'humeur aqueuse au point de vue de son action antivirulente et je l'ai trouvée nettement inférieure à celle du sérum sanguin, mais, cependant, encore très appréciable.

Action comparée du liquide des bougies qui ont séjourné dans la cavité péritonéale d'animaux immunisés et du sérum de ces animaux sur le vaccin. — Les bougies employées ont été la bougie Chamberland F et la bougie d'alumine A3; après avoir été remplies d'eau stérilisée et convenablement bouchées elles ont été introduites aseptiquement dans la cavité péritonéale des lapins où elles ont séjourné plusieurs semaines. Tous les animaux ont bien supporté cette opération, tous ont continué à augmenter de poids et quand ils ont été sacrifiés aucun ne présentait de lésion des organes de l'abdomen, pas d'ascite, l'intestin était libre d'adhérences anormales et la bougie était simplement enveloppée par le grand épiploon.

Le liquide retiré des bougies a présenté les caractères suivants : de couleur jaune d'or et limpide, il coagule à 100°, ne coagule pas à 75°, précipite par le sulfate de magnésie à saturation, donne une trace de précipité avec le chlorure de sodium à saturation et laisse, quand on le soumet à la dessiccation dans le vide sur l'acide sulfurique, un résidu de 4 pour 100. Cinq expériences ont été faites avec les liquides de quatre bougies différentes; la même technique que précédemment a été employée et voici les résultats obtenus :

Numéro des expériences.	Nombre de pustules par 10^{cm^2} sur les surfaces ensemencées avec les mélanges : Vaccin + Liquide de bougie non chauffé.	Vaccin + Liquide de bougie chauffé à 72°.	Vaccin + Sérum immunisé non chauffé.	Vaccin + Sérum immunisé chauffé à 72°.	Vaccin + Eau salée phys.
V.........	1	2	0	1	37
VI........	1	»	0	»	82
VII.......	1	»	0	1	170
VII^{bis}.....	0	0	0	0	»
VIII......	0	0	0	1	34

L'expérience témoin de l'expérience VII^{bis} a été faite avec le sérum d'un lapin normal; ce sérum a été dans un cas employé sans chauffage préalable et dans l'autre cas après chauffage à 72°. Le contrôle a donné dans le premier cas 87 éléments et dans le second 94.

On voit d'après ces chiffres que le liquide de bougie est très actif et que son pouvoir antivirulent n'est pas sensiblement modifié par un chauffage à 72°, il se comporte en définitif à peu près comme le sérum. La diffusion de la substance active se fait donc beaucoup mieux dans le liquide des bougies incluses dans la cavité péritonéale que dans le liquide céphalo-rachidien.

En résumé, les liquides que nous avons examinés sont tous moins actifs

que le sérum sanguin et il est à remarquer qu'ils sont aussi moins riches en matières albuminoïdes. Nous n'avons donc pas réussi à trouver une condition naturelle dans laquelle soit réalisée une séparation de la substance antivirulente et de la matière albuminoïde; quand celle-ci devient rare ou fait défaut, celle-là diminue ou disparaît. Un fait intéressant reste cependant acquis, c'est que la répartition de la substance antivirulente n'est pas égale dans les humeurs et, quand l'immunité générale est réalisée, il y a des liquides de l'organisme qui en sont encore dépourvus. Cette constatation permet de comprendre pourquoi les différents organes d'un même individu immunisé ne sont pas également sensibles à l'agent infectieux; c'est, par exemple, le cas de la cornée qui parfois conserve une réceptivité manifeste pour le virus vaccinal alors que la peau est devenue réfractaire à l'inoculation.

Enfin, relativement au mécanisme de l'immunité, il convient de remarquer qu'ici encore c'est au sang qu'appartient le premier rôle et aussi le plus important dans la défense humorale de l'organisme.

PARASITOLOGIE. — *Sur un* Oospora *nouveau* (Oospora lingualis *n. sp.*) *associé au* Cryptococcus linguæ-pilosæ *dans la langue noire pileuse.* Note de M. **Fernand Guéguen**, présentée par M. Guignard.

La langue noire pileuse, hypertrophie des papilles linguales accompagnée de pigmentation, est considérée aujourd'hui comme d'origine parasitaire. Après avoir incriminé tantôt le *Leptothrix buccalis,* tantôt des moisissures que l'on connaît à l'état saprophytique [*Mucor* (Rhizopus) *niger, Trichosporium chartarum, Hormodendron cladosporioides*], on attribue actuellement cette affection au seul *Cryptococcus linguæ-pilosæ,* levure entrevue par Raynaud (1869), bien étudiée par Lucet (1901) et retrouvée depuis par divers auteurs. Dans un cas de langue noire observé chez un vieillard, j'ai trouvé, associé au *Cryptococcus,* un champignon du genre *Oospora :* c'est probablement cet Hyphomycète que Morelli (*Soc. Biol.,* 1893), dont le travail paraît avoir échappé à l'attention de Lucet et de la plupart des auteurs qui l'ont suivi, a observé isolément dans la même affection, et cultivé en le prenant d'ailleurs pour un bacille, n'en ayant obtenu que des formes mycéliennes stériles et fragmentées.

La levure associée à cet organisme possède bien les caractères indiqués par Lucet. J'ajouterai que sur beaucoup de milieux solides ou liquides, les cultures, d'abord blanc crème, brunissent à la longue. Elle coagule, puis

peptonise lentement le lait, liquéfie à la longue l'albumine, fait fermenter le saccharose, le glucose, l'inuline, non le lactose et le maltose. Les ascospores n'ayant pu être obtenues, elle doit demeurer dans le g. *Cryptococcus*.

L'organisme qui fait l'objet de cette Note forme *in situ* des bâtonnets à membrane mince, immobiles, larges à peine de $0^{\mu},5$, d'une longueur moyenne de 3^{μ}, pouvant atteindre 5^{μ} ou 6^{μ}, et alors flexueux ou géniculés; parfois, au contraire, plus courts et ajustés bout à bout, simulant des diplobacilles ou des cocci. Le contenu de tous ces éléments se colore uniformément par la méthode de Gram. Sur les divers milieux nutritifs, cet organisme prend nettement les caractères d'un *Oospora*.

En gouttes pendantes sur bouillon à + 22°, chaque élément s'allonge en une ligne brisée pouvant dépasser 400^{μ} et portant quelques ramifications latérales. Sur gélatine, il se forme un lacis de filaments dont certains rameaux se contournent en spires courtes et peu serrées; le tout se dissocie promptement en bâtonnets droits, flexueux ou sinueux, mêlés de petits articles en crochets ou en anneaux plus ou moins fermés, qui sont des fragments de spires. En pratiquant de fines coupes dans les thalles punctiformes saillants obtenus sur carotte après 8 mois, on trouve des filaments cylindriques à contenu colorable, pourvus de cloisons épaisses et hyalines, inégalement distantes et parfois accompagnées de ramifications; çà et là s'intercalent des chlamydospores ovoïdes de 2^{μ} à 3^{μ} sur 1^{μ}, simples, uni- ou biseptées. L'extrémité libre des hyphes se redresse et se fragmente, après cloisonnement préalable, en bâtonnets inégaux, parfois cocciformes, ou bien se renfle légèrement pour s'égrener en chaînettes de conidies d'abord subcylindriques, puis presque rondes et de $0^{\mu},8$. Ces conidies paraissent endogènes, car on en voit parfois une série en formation dans une hyphe hyaline; elles sont susceptibles de germer après léger gonflement. On retrouve aussi sur le thalle quelques-uns des tortillons mycéliens signalés plus haut.

Cet organisme cultive faiblement sur la plupart des milieux usuels. Sur les solides (gélatine, gélose, sérum, pomme de terre, carotte, topinambour) inoculés en strie, on obtient, vers le huitième jour, de petits points hémisphériques blanchâtres, de $0^{mm},5$ à $1^{mm},5$, non confluents, parfois grisâtres à la longue (formation de conidies), mais conservant leurs dimensions. Sur Raulin, aucun développement; dans les autres liquides (bouillon, eau peptonée, solutions sucrées, décoctés végétaux), on obtient péniblement quelques points blancs; il est impossible, même sur les infusions de foin et de paille si favorables aux autres *Oospora*, d'obtenir ici des cultures plus prospères. La gélatine n'est pas liquéfiée; le lait se coagule, puis se peptonise lentement; l'albumine est liquéfiée sans peptonisation. Il ne se forme pas d'indol aux dépens de la peptone; les nitrates sont réduits, l'urée semble hydratée (odeur ammoniacale de la culture). Les sucres, principalement le lactose et le maltose, paraissent favoriser la croissance. Le développement, nul à + 18°, commence vers le septième jour à + 22°; de plus en plus rapide à + 28°, 34°, 37°, et surtout à + 41°, il n'a plus lieu vers + 45°. Anaérobie relatif, l'organisme croît mieux en piqûre qu'en strie et offre le maximum de vigueur sur carotte recouverte d'huile de vaseline, à + 41°. Il ne semble pas se développer dans le vide complet. La présence du *Cryptococcus* dans les cultures mixtes ne paraît aucunement favoriser l'Hyphomycète; il n'y a pas entraînement de celui-ci par la levure, et cette dernière ne sécrète aucune substance favorisant le

développement de l'*Oospora*. Les inoculations de cultures pures faites au pigeon (dans le péritoine), au lapin (veine marginale de l'oreille, produit de raclage de six cultures), au cobaye (scarification légère de la langue) sont demeurées sans résultat, même avec des cultures faites à l'abri de l'air.

Cet organisme, que je nomme *Oospora lingualis* en raison de son habitat, ne paraît pas exister sur la langue des individus normaux. La ténuité des cultures m'a empêché jusqu'ici de multiplier les essais d'inoculation du champignon pur ou accompagné de la levure, et d'apporter la preuve formelle du rôle qu'il semble jouer dans la pathogénie de la langue noire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation et disparition de l'aldéhyde éthylique sous l'influence des levures alcooliques.* Note de MM. **A. Trillat** et **Sauton**, présentée par M. Roux.

Les levures alcooliques, en dehors de la fermentation normale, peuvent aldéhydifier directement l'alcool éthylique dans des proportions assez considérables pour permettre d'isoler directement l'aldéhyde acétique. Les conditions de nos expériences sont essentiellement différentes de celles où l'aldéhyde se forme au cours des fermentations.

L'observation nous ayant tout d'abord démontré que l'aldéhyde acétique mise en contact avec la levure fraîche disparaissait rapidement en partie, nous avons combiné nos expériences de telle sorte que la production de l'aldéhyde fût assez rapide pour permettre de l'isoler avant sa disparition.

Après plusieurs essais sur diverses levures pures de bière et de vin qui nous ont toujours fourni de l'aldéhyde acétique, nous avons choisi la levure pressée de boulanger (marque Springer), facile à se procurer dans un état de pureté suffisant.

On lave ces levures jusqu'à ce que les eaux ne soient plus acides : on constate que ces eaux ne donnent aucune coloration avec les réactifs des aldéhydes. 100^g de levure pressée, correspondant à 70^g de levure sèche, sont placés dans une bonbonne de 40^l de capacité, munie d'un agitateur faisant 150 tours à la minute, de manière à mettre constamment les levures en contact avec l'air. La bonbonne contient 6^l d'eau alcoolisée à 10 pour 100. La quantité de levure humide est donc d'environ 17 pour 100 du poids du liquide ou de 11,7 pour 100 si on la compte à l'état sec. L'aération du liquide se fait par l'ouverture du goulot de la bonbonne, sous l'influence de l'agitation. Après 1 heure d'agitation, à la température du laboratoire, on constate déjà la présence de l'aldéhyde dans le liquide : après 2 à 3 heures, on sent dans le laboratoire une forte odeur d'aldéhyde. Après 6 heures, tout le contenu de la bonbonne est

filtré pour séparer immédiatement le liquide de la levure en suspension : on réunit les filtrats de plusieurs opérations et l'on recueille par une première distillation, dans des récipients refroidis à la glace, les liquides passant jusqu'au voisinage du point de distillation de l'alcool éthylique. Ce distillat de tête est constitué par un mélange d'eau, d'alcool, d'acétal et d'aldéhyde acétique. Une nouvelle rectification peut permettre d'isoler directement de l'aldéhyde acétique à l'état pur.

D'après MM. Dubourg, Mathieu [1], Trillat [2], l'alcool s'oxyde sous de multiples influences : contact avec les corps poreux, avec le noir animal ou la mousse de platine, etc. Une légère acidification favorise l'aldéhydification : il en est de même de la présence de substances jouant le rôle de porteurs d'oxygène, comme les sels de fer. Des expériences comparatives, faites dans les mêmes conditions, s'imposaient donc.

Voici, à titre d'exemple, les résultats obtenus dans un certain nombre d'expériences :

Essais avec levures.		Comparaison avec diverses substances oxydantes.			
Solutions alcooliques.	Aldéhyde acétique pour 100 d'alcool à 100° (en milligr.).	Substances.	Aldéhyde formée.	Substances.	Aldéhyde formée.
Sans levure...........	traces	noir de platine	< 200	levures mortes	< 100
Avec levures. Alcool à 0,5 p. 100.	traces	noir animal	< 100	alcool + HCl	< 300
Alcool à 2,5 p. 100.	1800	coke	< 50	alcool + ac. lactique	< 100
Alcool à 5 p. 100..	2500	tourbe	< 50	alcool + ac. succinique	< 100
Alcool à 10 p. 100 (moy. de 18 ess.).	1100	sciure	< 50	avec perchlor. de fer	< 900
Alcool à 50 p. 100..	600	ponce	< 80		

L'aldéhydification de l'alcool est donc beaucoup plus intense, en présence des levures vivantes, que dans les autres cas examinés.

La même levure, dans les mêmes conditions d'expérience, non seulement ne perd pas de sa propriété d'oxyder l'alcool éthylique, mais elle semble s'adapter de mieux en mieux à l'aldéhydification.

Après 18 essais successifs dans lesquels les levures avaient produit en totalité une quantité d'aldéhyde supérieure à leur poids, ces mêmes levures avaient acquis la propriété d'oxyder plus rapidement l'alcool. Il suffit d'agiter pendant quelques minutes, dans un verre conique, cette levure avec de l'eau alcoolisée pour constater, dans le liquide filtré, la coloration rose du bisulfite de rosaniline équivalente aux colorations fournies par les solutions d'aldéhyde acétique au $\frac{1}{10000}$.

(1) *Bulletin de l'Association des chimistes*, 1905.

(2) *Comptes rendus*, 1904.

Disparition de l'aldéhyde acétique. — Un phénomène remarquable est la disparition rapide de l'aldéhyde acétique au cours des expériences; ce fait nous paraît aussi important que sa formation. L'aldéhyde acétique disparaît en effet peu à peu quand on l'ajoute à un liquide alcoolisé, contenant de la levure fraîche en suspension. C'est ainsi que les liquides, au cours de nos essais, s'appauvrissaient rapidement en aldéhyde, si l'on n'avait pas soin de les séparer immédiatement des levures en suspension.

Voici un Tableau qui donne des exemples de cette disparition :

Titre initial des solutions aldéhydiques, contenant des levures fraîches (10g d'eau alcoolisée à 10 p. 100).	Titre des solutions aldéhydiques après				Après 8 jours (le titre des solutions témoins n'avait pas essentiellement varié).
	2 heures.	6 heures.	24 heures.	4 jours.	
Solution d'aldéhyde au $\frac{1}{1000}$.	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{6000}$	$\frac{1}{25000}$	néant
» $\frac{1}{3000}$.	$\frac{1}{3000}$	$\frac{1}{10000}$	néant	néant	néant
» $\frac{1}{10000}$.	»	traces	néant	néant	néant

La continuité d'action des levures constatée pour la formation d'aldéhyde s'observe donc aussi pour sa disparition. Ainsi ces mêmes solutions alcooliques contenant 10g de levures ont été additionnées à quatre reprises différentes de $\frac{1}{1000}$ d'aldéhyde acétique qui a toujours disparu après 4 jours de contact.

Nos essais nous ont démontré que les faits cités se produisaient surtout quand la levure était vivante, confirmant ainsi l'opinion de MM. Kayser et Demolon. Nous avons aussi observé qu'ils n'avaient pas lieu avec d'autres alcools. La première conclusion à tirer de nos expériences est que l'action oxydante des levures dans l'aldéhydification de l'alcool est différente de celle des actions dites *de contact*, puisque les résultats obtenus conduisent à une notion de spécificité. Mais l'action de contact peut intervenir étant donnée la grande surface des levures; et en réalité, nos résultats ne sont pas en contradiction avec les expériences de M. Dubourg et de l'un de nous, prouvant que l'intervention d'un acte physiologique n'était pas nécessaire pour l'aldéhydification de l'alcool.

Nous avons entrepris, d'autre part, une série d'essais pour mieux délimiter le phénomène et pour nous rendre compte, notamment, du rôle joué par les sucs de la levure.

En résumé, ces premiers essais ont identifié définitivement l'aldéhyde acétique dans les fermentations, ce que l'usage des seules réactions colorimétriques n'avait pas permis de faire. La disparition de l'aldéhyde au fur et à mesure de sa formation explique les résultats contradictoires des dosages d'aldéhyde dans les liquides de fermentations et, notamment, dans les vins atteints de maladies microbiennes. Nos expériences expliquent, en outre, la formation abondante d'aldéhyde dans l'alcool, provenant de la fabrication des levures par le procédé dit d'*aération*.

Quoiqu'il ne faille pas généraliser les résultats de cette étude, d'un cas particulier, ils doivent néanmoins fixer l'attention.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la valeur nutritive de quelques peptones pour différentes espèces microbiennes.* Note de M. **H. Dunschmann**, présentée par M. Roux.

Nous avons essayé de déterminer comparativement pour quelques espèces microbiennes la valeur nutritive de la peptone Defresne, de la peptone Martin et d'une peptone d'origine végétale préparée au laboratoire de Chimie physiologique de l'Institut Pasteur (1). Dans ce but, nous avons préparé des solutions contenant 3 pour 100 de peptone, 3 pour 100 de lactose et 1 pour 100 d'extrait de viande de Liebig. Après avoir déterminé le résidu sec des divers milieux nutritifs, nous distribuons chacun d'eux dans une série de ballons, ensemencés soit avec du bacille typhique, soit avec du *bacterium coli*, soit avec de la bactéridie charbonneuse, soit enfin avec du bacille diphtérique. Lorsque le développement est terminé, on sépare, par filtration sur un papier approprié, les corps microbiens qui sont séchés et pesés à part. L'extrait sec du liquide filtré est dosé et la différence entre le poids ainsi obtenu et celui du résidu sec du milieu avant ensemencement fournit la quantité de matière consommée par les microbes.

---

(1) La peptone Defresne est obtenue par l'action du pancréas sur la viande de bœuf; la peptone Martin se prépare en faisant digérer des estomacs de porcs hachés au moyen de la pepsine qu'ils contiennent; la peptone végétale provient de matières albuminoïdes extraites de légumineuses et peptonisées par la papaïotine.

Voici ce que nous avons alors pu constater :

Cultures typhiques.

Quantité du liquide.	Poids de matière sèche.	Sorte de la peptone.	Poids sec des corps microbiens.	Pour 100 de rendement.	Poids sec de matière consommée.	Pour 100 de matière sèche disparue.
cm³	g		g		g	
50	4,040	végétale	0,0906	2,25	1,409	34,8
50	3,950	Defresne	0,0670	1,7	1,164	29,5
50	3,625	Martin	0,0538	1,48	0,939	25,9
			Cultures du bacterium coli.			
50	4,040	végétale	0,038	0,94	1,501	37,1
50	3,950	Defresne	0,038	0,96	1,443	36,5
50	3,625	Martin		perdu		
			Cultures charbonneuses.			
50	4,040	végétale	0,038	0,94	0,960	23,7
50	3,950	Defresne	0,016	0,4	0,367	9,3
50	3,625	Martin	0,016	0,45	0,146	4,0
			Cultures diphtériques.			
50	4,040	végétale	0,109	2,7	2,140	53,0
50	3,950	Defresne	0,087	2,2	1,651	41,8
50	3,625	Martin	0,0405	1,1	1,339	36,9

Ces chiffres nous démontrent, soit pour le rendement en corps microbiens, soit pour la quantité de matière sèche consommée par les cultures, que, dans les milieux lactosés, la peptone végétale est sensiblement supérieure aux deux autres sortes de peptone pour le développement du bacille typhique, de la bactéridie charbonneuse et du bacille diphtérique; par contre, en ce qui concerne le *bacterium coli*, nous ne trouvons que des différences insignifiantes.

Comme nous l'avons exposé à un autre endroit ([1]), le *bacterium coli* attaque de préférence les corps ternaires, les sucres, et ne vit aux dépens de la matière azotée que quand les sucres font défaut; tandis que le bacille diphtérique, comme on sait, est plutôt gêné par la présence des sucres, à cause de l'acidification rapide du milieu.

L'avantage de la peptone Martin pour la préparation de la toxine diphtérique tient à ce qu'elle ne renferme pas de sucres. Il était donc tout indiqué d'éprouver les mêmes milieux sans lactose.

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 16 novembre 1907.

Voici ce que nous avons alors pu constater :

Cultures typhiques.

Quantité du liquide ensemencé.	Poids de matière sèche.	Sorte de la peptone.	Poids sec des corps microbiens.	Pour 100 de rendement.	Poids sec de matière brûlée.	Pour 100 de matière sèche brûlée.
cm³ 50	g 1,990	végétale	g 0,077	3,9	g 0,697	35,0
50	1,896	Defresne	0,0569	3,0	0,506	26,7
50	1,962	Martin	0,090	4,6	0,607	30,9

Cultures du bacterium coli.

50	1,990	végétale	0,039	2,0	0,347	17,4
50	1,896	Defresne	0,079	4,2	perdu	»
50	1,962	Martin	0,089	4,5	perdu	»

Cultures diphtériques.

50	1,990	végétale	0,839	4,4	0,7826	39,3
50	1,896	Defresne	0,067	3,5	0,6455	34,0
50	1,962	Martin	0,070	3,6	0,6725	34,3

Nous voyons qu'ici les différences observées dans les quantités de matière consommée vont, pour le bacille typhique, dans le même sens que dans les milieux lactosés, tandis que, par rapport au rendement en corps microbiens, c'est la peptone Martin qui l'emporte. Le *bacterium coli,* par contre, pousse beaucoup moins bien sur la peptone végétale que sur la peptone Defresne et surtout sur la peptone Martin. Quant au bacille diphtérique, les résultats sont analogues pour les milieux lactosés; seulement les différences avec les diverses sortes de peptone sont ici notablement moins marquées.

Ces indications sur la valeur nutritive de la peptone végétale nous encouragent à l'employer pour la préparation des toxines microbiennes, bien qu'il ne soit pas dit que le rendement en toxines marche nécessairement de pair avec celui en corps microbiens ou soit en rapport avec la perte en matière consécutive à la croissance microbienne. Mais ce qui saute surtout aux yeux, dans les données que nous présentons, c'est l'avantage de la peptone végétale pour la culture du bacille typhique et pour la séparation de celui-ci d'avec le *bacterium coli.*

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 mai 1908.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par A. Angot; année 1905 : II. *Observations.* III. *Pluies.* Paris, Gauthier-Villars, 1907-1908; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Leçons élémentaires sur le calcul des probabilités, par R. de Montessus : *Philosophie du hasard. Principes du calcul des probabilités. Jeux de hasard. Jeux savants. La spéculation. Probabilité géométrique. Tir des armes à feu. Les assurances. Les sciences morales et économiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recueil des actes officiels et documents intéressant l'Hygiène publique. Travaux du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France; t. XXXVI, année 1906. Melun, 1907; 1 vol. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, publiée sous la direction de M. Ernest Olivier; 20e année, 1907. Moulins, imp. Étienne Auclaire, 1907; 1 vol. in-8°.

Meridian circle observations made at the Lick Observatory, University of California, 1901-1906, by R.-H. Tucker. (*Publications of the Lick Observatory*, t. X.) Sacramento, 1907; 1 vol. in-4°.

Observations at stations of the second order and at anemograph stations, fort the months of january and february 1908. Londres, meteorological Office, 1908; 2 fasc. in-4°.

Index Desmidiacearum citationibus locupletissimus atque bibliographia, auctore C.-F.-O. Nordstedt : *Supplementum,* opus subsidiis Regiæ Academiæ Scientiarum Suecicæ editum. Berlin, Borntraeger, s. d.; 1 vol. in-4°.

U. S. Department of Agriculture. *Twenty-third annual Report of the Bureau of Animal Industry,* for the year 1906. Washington, 1908; 1 vol. in-8°.

Abhandlungen der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, aus dem Jahre 1907; mit 8 Tafeln. Berlin, 1907; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le planement stationnaire des oiseaux.* Note de M. **Marcel Deprez.**

Dans une Note précédente (séance du 13 avril) j'ai montré qu'il est très facile d'expliquer le planement stationnaire des oiseaux grands voiliers et que, pour réaliser ce curieux phénomène, il suffit de satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° La somme des composantes verticales de la pression du vent sur le corps de l'oiseau et sur ses ailes doit être égale à son poids.

2° La somme des composantes horizontales de ladite pression, mesurée sur le corps de l'oiseau, doit être égale et de signe contraire à cette même somme mesurée sur les ailes, de façon que la somme algébrique de toutes les composantes horizontales appliquées à l'ensemble de l'oiseau (corps et ailes) soit nulle. Il résulte de cette condition que la somme des composantes horizontales appliquées aux ailes seulement doit être dirigée en sens contraire de la composante horizontale de la vitesse du vent.

J'ai montré que cette nécessité absolue d'admettre, pour expliquer le planement stationnaire, que les ailes immobiles de l'oiseau sont sollicitées par une force horizontale contraire à la direction du vent (comptée horizontalement), a pour conséquence que la direction du vent ne peut pas être horizontale ; elle doit être inclinée dans le sens ascendant.

J'ai annoncé que la courbure des ailes de l'oiseau facilitait beaucoup la production de la composante horizontale négative de la pression du vent et

que le calcul approximatif de cette composante (ainsi d'ailleurs que celui de la composante verticale) était relativement beaucoup plus facile qu'on ne pourrait le croire en présence de l'état rudimentaire de nos connaissances concernant les lois de l'action exercée par un fluide en mouvement sur une surface qui n'est pas normale à la direction des filets fluides, même quand cette surface est un simple plan.

D'ailleurs, à défaut des formules que j'ai établies et qui ne sont applicables, dans le cas d'une aile courbe, que lorsque le vent y entre presque tangentiellement, j'ai imaginé une méthode graphique qui montre immédiatement d'une façon saisissante combien il est facile d'obtenir, avec une aile concave, la force horizontale négative nécessaire à l'immobilisation de l'oiseau, et cela quelles que soient la direction et la vitesse des filets gazeux en chaque point de la surface de l'aile.

Voici maintenant quelques conséquences de ma théorie :

1° La vitesse du vent n'a aucune influence sur l'équilibre horizontal de l'oiseau, c'est-à-dire que l'équilibre horizontal, étant établi pour une vitesse donnée du vent, existe toujours si les ailes conservent leur position, lorsque la vitesse du vent vient à prendre une valeur différente. Mais il n'en est pas de même pour l'équilibre vertical.

2° La forme de la partie postérieure du corps de l'oiseau et de sa queue a pour conséquence le développement d'une force horizontale négative qui s'ajoute à celle des ailes.

3° L'inclinaison ascendante du vent nécessaire pour permettre le planement stationnaire est d'autant plus petite que la surface des ailes est plus grande par rapport à ce qu'on pourrait appeler le *maître couple* du corps de l'oiseau.

Enfin je puis dire en terminant que, après avoir prouvé l'existence de la composante horizontale négative à l'aide de l'appareil mentionné dans ma première Note (13 avril 1908), j'ai pu réaliser expérimentalement le planement stationnaire au moyen d'un autre appareil qui sera décrit dans une prochaine Communication.

M. **Gustav Retzius** fait hommage à l'Académie de plusieurs épreuves de photographies du monument érigé en l'honneur de Descartes, en 1770, par le roi Gustave III, dans l'église Adolphe-Frédéric, bâtie sur l'emplacement du cimetière où le philosophe français avait été inhumé en 1650.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P.-W. Stuart-Menteath** adresse un Mémoire intitulé : *Sur l'interprétation des charriages des Pyrénées.*

(Renvoi à l'examen de M. Michel Lévy.)

CORRESPONDANCE.

La **Municipalité de la ville de Faenza** invite l'Académie à se faire représenter aux Fêtes du trois-centième anniversaire de la naissance d'*Evangelista Torricelli,* qui auront lieu les 24 et 25 octobre 1908.

M. **Jean Charcot** annonce à l'Académie que le lancement du navire de l'Expédition française au pôle Sud aura lieu le 18 mai à Saint-Malo.

M. le **Président général de l'Association des Médecins de langue française de l'Amérique du Nord** invite l'Académie à prendre part au quatrième Congrès général qui se tiendra à Québec les 20-22 juillet 1908.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

AÉRONAUTIQUE. — *Virage des aéroplanes.* Note de M. **Paul Renard**, présentée par M. H. Deslandres.

Lorsqu'un aéroplane parcourt avec une vitesse uniforme une trajectoire horizontale et rectiligne, il y a équilibre entre les quatre forces suivantes : la *traction* du propulseur, la *résistance* que l'air oppose à l'avancement de l'appareil, la *poussée* de bas en haut exercée par l'air sur les surfaces *sustentatrices,* et le *poids* de l'appareil.

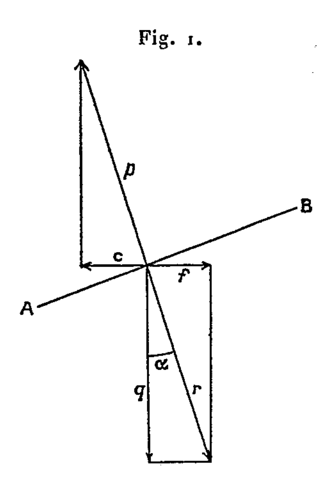
Les deux premières de ces forces sont horizontales, les deux dernières verticales, elles se font donc équilibre deux à deux.

La première de ces forces varie proportionnellement au carré de la vélocité du propulseur, la deuxième et la troisième sont proportionnelles au carré de la vitesse de translation. et la quatrième est constante.

Lorsque l'appareil suit une trajectoire curviligne, la force centrifuge intervient et, pour que l'aéroplane ne soit pas rejeté vers l'extérieur de la courbe, il faut qu'une force antagoniste annule les effets de la force centrifuge. La résistance que l'air oppose au déplacement latéral de l'appareil peut fournir cette force quand ce déplacement atteint une vitesse suffisante. Ce résultat est promptement obtenu lorsque la surface latérale est très développée comme dans les ballons dirigeables; mais il n'en est pas de même pour les aéroplanes, dont la surface latérale est très faible, et si l'on ne comptait que sur cet effet, les virages seraient pratiquement impossibles.

. L'aviateur peut, au contraire, créer une force centripète en inclinant son appareil vers l'intérieur. Dans ces conditions, l'équilibre a lieu comme l'indique la figure, dans laquelle la ligne AB représente schématiquement l'intersection de la surface sustentatrice avec le plan de la figure; ce plan

Fig. 1.



est vertical et perpendiculaire à l'axe de l'aéroplane. Le poids est représenté en q, la force centrifuge en f, la résultante de ces deux forces en r; la poussée sustentatrice p est égale et directement opposée à la résultante r, et sa composante horizontale c doit être égale et directement opposée à la force centrifuge f. Si l'on désigne par α l'inclinaison de l'appareil ou, ce qui revient au même, l'angle des forces q et r, on a

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{f}{q}.$$

D'autre part, comme $f = \frac{qv^2}{g\rho}$ (ρ est le rayon de courbure de la trajec-

toire), on a

$$\tang \alpha = \frac{v^2}{g\rho}.$$

A chaque valeur de $\frac{v^2}{\rho}$ correspond une inclinaison déterminée. Si l'inclinaison donnée par l'aviateur est trop faible, l'aéroplane est rejeté vers l'extérieur; si elle est trop forte, il glisse vers l'intérieur. En fait, les aviateurs ne sont parvenus à exécuter des virages que lorsqu'ils sont arrivés instinctivement à incliner transversalement leurs aéroplanes de la quantité voulue.

Si, pour un aéroplane, à un virage donné correspond une inclinaison transversale déterminée, la réciproque est vraie. En effet, lorsque l'appareil marche en ligne droite, et qu'on vient à l'incliner transversalement, la poussée sustentatrice p cesse d'être verticale et sa composante horizontale c a pour effet de courber la trajectoire vers la gauche. Il en résulte immédiatement une force centrifuge d'abord plus faible que la composante c. La courbure va donc en s'accentuant et le régime permanent s'établit lorsque le rayon de courbure est tel que la force centrifuge soit égale à la composante horizontale de la poussée sustentatrice. Il ne serait donc pas nécessaire, à la rigueur, de munir les aéroplanes d'un gouvernail, l'inclinaison des surfaces sustentatrices suffirait pour leur faire exécuter les virages. Ce fait a été constaté par expérience, dès 1873, par le colonel, alors lieutenant, Charles Renard.

Nous avons dit qu'en marche rectiligne il y a équilibre entre le poids de l'appareil et la poussée sustentatrice. Lorsque l'appareil s'incline, la poussée change de direction mais conserve la même valeur si l'on n'augmente pas la vitesse. Elle restera donc toujours égale au poids q de l'appareil et se trouvera inférieure à la résultante r de ce poids et de la force centrifuge. Si l'on veut que l'équilibre se maintienne il est, par suite, nécessaire de forcer la vitesse pendant les virages. Or ce sera généralement impossible; la plupart du temps, en effet, les aéroplanes marcheront avec toute la vitesse dont ils sont capables. De plus, pour éviter une inclinaison transversale exagérée, on sera presque toujours conduit à modérer l'allure pendant les virages. La poussée p sera donc, en général, inférieure à la résultante r.

Par conséquent l'aéroplane ne décrira plus, dans ce cas, une trajectoire horizontale, mais une trajectoire à pente uniforme, comme ferait un aéroplane sans moteur de surface sustentatrice identique et ayant un poids égal à la différence entre la résultante r et la poussée p. Cette ligne à pente

uniforme sera une spirale conique tracée sur le cône décrit par la droite r autour de la verticale passant par le centre de courbure de la trajectoire.

En résumé, chaque virage d'un aéroplane nécessite que l'appareil s'incline transversalement d'une quantité donnée. De plus, il aura presque toujours pour effet d'abaisser la trajectoire. Les aviateurs devront donc, pour conserver en fin de virage leur altitude primitive, s'élever avant d'entrer en courbe.

Les considérations qui précèdent fournissent une explication des difficultés éprouvées par les aviateurs pendant leurs virages et de certains accidents survenus au cours de leur exécution.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le profil des masses polaires de dynamos.* Note de M. **Paul Girault**, présentée par M. Mascart.

Nous nous proposons de trouver le profil des masses polaires donnant le minimum de courants de Foucault à la périphérie de l'induit pour un flux Φ déterminé issu de chaque masse.

Les abscisses x expriment les longueurs prises à la périphérie développée de l'induit à partir d'une origine correspondant au milieu d'un intervalle polaire; les inductions dans l'entrefer sont désignées par $y = \mathrm{B}$, les longueurs d'entrefer simple correspondantes par δ.

l étant la longueur de la masse parallèlement à l'axe de rotation et x_1 l'abscisse correspondant au milieu de la masse, la condition de flux constant s'exprime par

$$\Phi = 2l\int_0^{x_1} y\,dx. \tag{1}$$

La perte par courants de Foucault dans un élément de la périphérie de l'induit passant de o à $2x_1$ est

$$\mathrm{W} = 2k\int_0^{x_1}\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 dx,$$

en désignant par k une constante.

Nous cherchons la fonction y rendant $\frac{\mathrm{W}}{2k}$ minimum tout en respectant la condition (1).

Pour cela, nous faisons subir à y une variation δy; il en résulte pour $\frac{\mathrm{W}}{2k}$ (en négli-

geant un infiniment petit d'ordre supérieur) une variation

$$\delta \frac{W}{2k} = 2 \int_0^{x_1} \frac{dy}{dx} \frac{d\delta y}{dx} dx.$$

Intégrant par partie,

$$\delta \frac{W}{2k} = 2 \left(\frac{dy}{dx} \delta y \right)_0^{x_1} - 2 \int_0^{x_1} \frac{d^2 y}{dx^2} \delta y \, dx.$$

Le premier terme du second membre est nul à la fois pour $x = 0$ (puisque alors $y = 0$) et pour $x = x_1$ $\left(\text{puisque alors, } y \text{ étant maximum, } \frac{dy}{dx} = 0\right)$. Il reste donc

$$\delta \frac{W}{2K} = -2 \int_0^{x_1} \frac{d^2 y}{dx^2} \delta y \, dx.$$

La perte sera minimum lorsque sa variation sera nulle, c'est-à-dire pour

$$\int \frac{d^2 y}{dx^2} \delta y \, dx = 0. \tag{2}$$

Mais de l'équation de liaison (1) il résulte que, Φ étant constant, sa variation est nulle

$$\int \delta y \, dx = 0. \tag{3}$$

Et l'on voit aussitôt que la condition (2) est satisfaite, puisqu'elle se ramène alors à (3), si

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \lambda,$$

λ étant une constante.

Intégrant, en tenant compte de ce que

$$y = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0$$

et que

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \text{pour} \quad x = x_1,$$

on obtient

$$y = B = \frac{3\Phi}{2 l x_1} \frac{x}{x_1} \left(1 - \frac{x}{2 x_1}\right).$$

Or, si nous désignons par B_{moy} l'induction constante qui procurerait le même flux Φ pour une longueur constante d'entrefer Δ et la même force magnétomotrice d'entrefer F_e, nous obtiendrons

$$\frac{B}{B_{moy}} = 3 z \left(1 - \frac{z}{2}\right), \tag{4}$$

$$\frac{\delta}{\Delta} = \frac{1}{3} \frac{1}{z\left(1 - \frac{z}{2}\right)}, \tag{5}$$

en posant

$$z = \frac{x}{x_1}, \qquad \text{et} \qquad B_{moy} = \frac{\Phi}{2\,l\,x_1} = \frac{F_e}{2\,\Delta}.$$

Il est facile de déduire des équations (4) et (5) un Tableau d'application générale et des courbes donnant les valeurs de $\left(\frac{B}{B_{moy}}\right)$ et de $\left(\frac{\delta}{\Delta}\right)$ en fonction de z.

PHYSIQUE. — *Sur l'examen ultramicroscopique des centres chargés en suspension dans les gaz.* Note de M. DE BROGLIE, présentée par M. Mascart.

Nous avons, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 1908, *p.* 624) signalé la présence simultanée dans les gaz d'étincelle de gros ions et de poussières ultramicroscopiques en suspension ; l'étude de ces poussières nous a conduit à penser qu'on peut les identifier aux gros ions.

On peut très aisément étudier ces particules au microscope en visant, avec un faible grossissement la partie condensée d'un faisceau lumineux puissant ainsi que M. Zsigmondy, Puccianti et Vigezzi l'ont fait pour étudier les mouvements browniens de certaines fumées; c'est en réalité un procédé ultramicroscopique.

Si la petite boîte à faces planes qui contient le gaz est placée dans une cuve à liquide isolant tel que l'huile de vaseline on parvient à la fois à éviter presque complètement les mouvements de convection thermique et à établir entre deux faces métalliques opposées de la boîte une différence de potentiel de quelques centaines de volts.

En établissant le contact, on voit très nettement une partie des granules aller dans le sens du champ, une autre en sens opposé, tandis qu'une troisième fraction ne se transporte pas : ce sont les ions positifs et négatifs et les centres neutres (rappelons que, dans le cas du transport des colloïdes dans les liquides, toutes les particules sont entraînées par le champ et toutes dans le même sens).

Au bout de peu de temps il ne reste plus dans le champ du microscope que les particules neutres; les autres ont été rencontrer les électrodes et y restent fixées ; on peut alors montrer que l'action des radiations ionisantes, radium, rayons de Röntgen, a pour effet de charger une fraction de ces centres neutres qui deviennent de gros ions des deux signes et sont sensibles au champ électrostatique.

Plusieurs applications intéressantes peuvent se déduire de la méthode précédente qui s'applique à la plupart des suspensions gazeuses :

Ainsi, j'ai mesuré directement les mobilités en évaluant le temps que les ions mettent à parcourir une division de micromètre et confirmé les résultats fournis par les procédés électrométriques.

J'ai également examiné, avec un fort grossissement et par un dispositif ultramicroscopique tel que celui de MM. Cotton et Mouton, les particules qui finissent toutes par se fixer aux parois par suite de la diffusion ou de la lente action de la pesanteur; leur nombre, évalué comme celui des globules sanguins et comparé à la quantité d'électricité de chaque signe que portait 1^{cm^3} du gaz primitif fournirait une valeur intéressante de la charge de chaque centre.

Il est enfin très instructif de remarquer que la théorie de la conductibilité des gaz renfermant des gros ions a été déduite (par M. Langevin) de la théorie des ions des rayons de Röntgen; l'observation *directe* et *individuelle* des centres dans le premier cas apporte un argument indirect, mais frappant, en faveur de la théorie qui attribue la conductibilité gazeuse en général à des charges des deux signes en suspension dans le milieu isolant et obéissant dans leur ensemble aux lois de l'Électrostatique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la recombinaison des ions dans les diélectriques.* Note de M. P. LANGEVIN, présentée par M. Mascart.

En admettant que dans les gaz la recombinaison des ions de signes contraires est due à l'attraction de leurs charges électriques, j'ai pu prévoir (¹), entre le coefficient de recombinaison α et les mobilités k_1 et k_2 des ions positifs et négatifs, la relation

$$\frac{\alpha}{4\pi(k_1+k_2)} \leqq 1. \quad (1)$$

J'ai désigné ce rapport par la lettre ε.

Une méthode directe de mesure du rapport ε m'a permis de vérifier expérimentalement l'inégalité précédente pour l'air et le gaz carbonique, et de montrer que, conformément encore aux prévisions de la théorie, le rapport ε s'approche d'autant plus de l'unité que la pression est plus grande, que le déplacement des ions devient plus difficile; la limite 1 est atteinte lorsque toutes les rencontres entre des ions de signes opposés sont suivies de recombinaison.

J'ai montré depuis (²) comment ce rapport ε joue un rôle essentiel dans tous les problèmes relatifs au courant dans les gaz ionisés et comment sa

(¹) P. LANGEVIN, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 533.

(²) *Cours du Collège de France*, 1902-1904.

valeur détermine aussi bien la forme des courbes de saturation que la répartition du champ électrique à l'intérieur du gaz.

Les mesures faites par M. E. Bloch et par moi (¹) sur les ions issus des flammes, moins mobiles que les ions ordinaires, ont donné la valeur 0,7, et M. G. Moreau (²), en déterminant séparément le coefficient de recombinaison et les mobilités des gros ions produits par vaporisation de sels à haute température, a obtenu pour ε des nombres très voisins de l'unité.

II. Le fait, signalé par P. Curie (³) pour les liquides et par M. H. Becquerel (⁴) pour les solides, que tous les diélectriques deviennent conducteurs sous l'action des radiations nouvelles, permet de chercher de nouvelles confirmations de la relation théorique (1), légèrement modifiée par l'intervention du pouvoir inducteur spécifique K du diélectrique dans l'action mutuelle de deux ions de signes contraires, et mise sous la forme générale

$$\varepsilon = \frac{K\alpha}{4\pi(k_1 + k_2)} \leqq 1.$$

La très grande lenteur de la recombinaison dans ces diélectriques denses fait que la conductibité persiste un temps notable après que l'action des rayons a cessé et permet d'employer pour la mesure directe du rapport ε une méthode remarquablement simple basée sur la remarque suivante :

Pour des champs électriques assez faibles, le courant produit à travers le diélectrique ionisé obéit à la loi d'Ohm, avec une résistivité ρ, inverse de la conductibilité, et donnée en fonction des mobilités et de la densité en volume n des charges positives ou négatives portées par les ions par la relation :

$$\rho = \frac{1}{(k_1 + k_2)n}.$$

Cette résistivité augmente avec le temps par suite de la recombinaison; comme celle-ci s'effectue suivant la loi

$$\frac{dn}{dt} = -\alpha n^2,$$

on en déduit

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\alpha}{(k_1 + k_2)} = \frac{4\pi}{K}\varepsilon.$$

(¹) P. Langevin et E. Bloch, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 792.

(²) G. Moreau, *Annales de Chimie et de Physique*, 8ᵉ série, t. VIII, 1906, p. 235.

(³) P. Curie, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 420.

(⁴) H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1173.

La résistivité ρ, et par suite la résistance R qu'oppose au passage du courant le diélectrique ionisé placé entre deux conducteurs de forme quelconque, doit donc augmenter linéairement en fonction du temps, d'où une première vérification possible de la loi de recombinaison, au moins dans l'hypothèse où le diélectrique rendu conducteur ne renferme qu'une seule espèce d'ions de chaque signe.

D'autre part, si C est la capacité du condensateur formé par les deux conducteurs considérés, on a entre elle et la résistance R la relation connue

$$\mathrm{CR} = \frac{\mathrm{K}\rho}{4\pi},$$

et par suite

$$\mathrm{C}\frac{d\mathrm{R}}{dt} = \frac{\mathrm{K}}{4\pi}\frac{d\rho}{dt} = \frac{\mathrm{K}\alpha}{4\pi(k_1+k_2)} = \varepsilon.$$

Pour mesurer ε, il suffit donc de suivre la loi de disparition en fonction du temps de la conductibilité acquise antérieurement sous l'action d'un rayonnement par le diélectrique d'un condensateur de capacité connue; ε étant un rapport, aucune mesure absolue n'est d'ailleurs nécessaire pour l'obtenir, et l'on peut ramener sa détermination à des mesures de rapports de temps et de déviations.

Des expériences sont en cours pour l'application de cette méthode, et les résultats qui en seront publiés ultérieurement par M. H.-C. Napier ont déjà donné pour ε des valeurs peu différentes de l'unité et inférieures à cette limite comme le veut la théorie.

Il est remarquable que celle-ci se trouve vérifiée aussi bien pour les ions produits dans les gaz que pour ceux incomparablement moins mobiles des diélectriques solides, le rapport ε restant toujours voisin de l'unité alors que ses deux termes, coefficient de recombinaison et mobilités, sont approximativement un million de fois plus petits dans le deuxième cas que dans le premier.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Influence de l'atmosphère ambiante sur le frottement entre corps solides.* Note de M. F. **Charron**, transmise par M. Lippmann.

Le frottement de glissement entre deux corps solides paraît varier avec la nature de l'atmosphère ambiante.

L'appareil qui m'a permis de constater ce fait se compose d'un cylindre C en laiton poli tournant autour de son axe horizontal. Sur sa surface latérale, animée d'une vitesse d'environ 80^{cm} par seconde, repose une brosse B en fils de cuivre. L'emploi d'une brosse m'a donné, comme à M. Krouchkoll ([1]), des résultats plus constants qu'un frotteur rigide.

Cette brosse est reliée au bras vertical d'un levier coudé mobile en O autour de l'arête d'un couteau de balance. Le bras horizontal porte un plateau destiné à recevoir des poids. Le centre de gravité du levier est placé assez bas pour assurer la stabilité de l'équilibre.

Une enceinte E, munie des ouvertures strictement nécessaires, entoure le cylindre et la brosse. On y fait passer un courant lent de différents gaz, chargés ou non de diverses vapeurs.

Les poids nécessaires pour établir l'équilibre ont été trouvés :

Air desséché	26^{g}
Air ambiant	25
Air chargé de vapeur d'eau	22
» de benzine	20
» d'alcool	19

Sans avoir fait d'autres mesures quantitatives, j'ai constaté que les vapeurs d'éther, d'essence de pétrole, et même de pétrole lampant, donnaient des diminutions de frottement du même ordre de grandeur.

L'air chassé par un soufflet se chargeait de vapeur en barbotant dans un flacon contenant le liquide.

La vapeur employée n'était jamais saturante et il n'y avait pas trace de buée sur le cylindre.

Je n'ai au contraire observé aucune variation notable du frottement en introduisant dans l'enceinte les divers gaz suivants, soigneusement desséchés :

Air, hydrogène, acide carbonique, éthylène.

ÉLECTRICITÉ. — *Auto-excitation d'un alternateur triphasé au moyen de soupapes électrolytiques.* Note de M. C. **Limb**, transmise par M. Lippmann.

Un alternateur triphasé, de faible puissance, 10 kilovoltampères, sous 110-120 volts, à 50 périodes : s., a été utilisé pour ces expériences. Une batterie de six soupapes électrolytiques, à clapet d'aluminium, était montée

([1]) *Thèse de Doctorat,* page 58.

sur les trois bornes du courant triphasé. Le circuit inducteur de l'alternateur pouvait être animé, par le jeu d'un commutateur bipolaire à deux directions, soit par une distribution à courant continu sous 220 volts, soit par le côté *courant redressé* de la batterie de six soupapes. Dans le circuit inducteur était intercalé le rhéostat de champ ou rhéostat d'excitation.

L'alternateur étant mis en vitesse, si le commutateur était monté sur les soupapes, l'excitation de l'alternateur ne se produisait pas spontanément; mais il suffisait d'exciter d'abord, un peu fortement, par le courant continu, et d'inverser brusquement le commutateur, pour voir le voltage induit, après une chute instantanée presque à zéro, remonter rapidement jusqu'à plus de 120 volts, suivant la position du rhéostat. Ce phénomène se produisait à l'allure d'une dynamo-shunt, à courant continu, dont on ferme le circuit d'excitation.

A ce moment, l'alternateur triphasé fonctionnait en auto-excitation, par l'intermédiaire des soupapes électrolytiques. On pouvait faire varier le voltage commodément, et dans de grandes proportions, jusqu'à 200 volts environ, par le simple jeu du rhéostat d'excitation, absolument comme dans le cas d'une dynamo-shunt à courant continu. L'alternateur a pu être mis en pleine charge, partie sur des résistances non inductives, partie sur une série de moteurs triphasés asynchrones. Le débit faisait naturellement baisser le voltage, mais il était aisé de le remonter par le jeu du rhéostat. Bien entendu la variation du voltage, due à une variation de débit, était plus grande que dans le cas ordinaire de l'excitation indépendante; mais c'est également ce qui se produit avec les dynamos à courant continu; le fait est bien connu et d'ailleurs bien évident.

Il existe cependant une différence avec les machines à courant continu : c'est qu'il est nécessaire que le magnétisme rémanent de l'inducteur ait une valeur suffisante pour que l'alternateur s'amorce spontanément, sans avoir recours à l'artifice que j'ai dû employer : excitation préalable sur courant continu et inversion brusque du commutateur.

Cela s'explique aisément. Dans les génératrices à courant continu, surtout les machines de construction moderne à faible entrefer, le moindre flux magnétique rémanent suffit à déterminer un courant dans le circuit inducteur, courant surexcitant les pôles et déterminant ainsi l'auto-excitation; mais avec les alternateurs, il faut que ce flux rémanent engendre une force électromotrice suffisante pour vaincre la force électromotrice de polarisation des deux soupapes qui se trouvent toujours montées en tension, et donner ainsi un courant redressé, capable de surexciter les pôles. Or l'alternateur que j'ai employé ne produisait guère plus de 1 volt à sa vitesse normale de 1500 tours : minute, par le seul magnétisme rémanent de son inducteur.

J'ai voulu faire une détermination du magnétisme nécessaire, pour cette

machine. J'ai utilisé, dans ce but, quelques spires inductrices indépendantes, animées par un courant auxiliaire pris par une source continue; l'enroulement inducteur principal était branché sur le côté *courant redressé* des soupapes. J'ai observé qu'il fallait faire croître le courant continu auxiliaire jusqu'à l'obtention de 10 volts alternatifs environ (tension composée). A ce moment, spontanément, le voltage s'élevait avec une rapidité croissante, jusqu'à 200 volts environ, si le circuit inducteur se trouvait dépourvu de rhéostat. On pouvait, dès que l'auto-excitation se produisait nettement, supprimer le courant continu auxiliaire : le voltage continuait à s'élever jusqu'à sa valeur limite : 200 volts environ.

Rien ne serait donc plus facile que d'obtenir ce résultat, en constituant les noyaux inducteurs d'un alternateur avec de l'acier à aimant trempé ou comprimé, ou même de la fonte ayant une force coercitive suffisante. J'ai vu fréquemment des dynamos à courant continu, à circuit magnétique en fonte, donner, *à vide*, par leur seul magnétisme rémanent, 25 à 30 pour 100 du voltage normal : c'est bien plus qu'il n'en faudrait. Il suffirait que le constructeur excitât *une première fois* l'inducteur par du courant continu.

Le courant redressé, obtenu par six soupapes électrolytiques, est assez peu ondulé, étant donnée surtout l'inductance propre au circuit inducteur; mais il serait aisé de le rendre encore plus continu, si on le reconnaissait nécessaire, en introduisant spécialement en circuit une bobine de réaction (self-inductance) aussi dénuée que possible de résistance ohmique.

Le rendement des soupapes électrolytiques étant de l'ordre de 75 pour 100, en puissance, on voit que ce procédé d'auto-excitation est, à ce point de vue, au moins équivalent au procédé habituel d'excitation par une excitatrice ou une source séparée.

J'ai fait quelques expériences en vue d'obtenir l'auto-excitation de l'alternateur, monté en alternatif simple, ou monophasé. Je n'ai pu y réussir. Il fallait, pour obtenir à vide 115-120 volts, que le courant continu auxiliaire donnât à lui seul un flux magnétique engendrant 30 à 35 volts; la fermeture du circuit redressé des soupapes (batterie de quatre seulement, dans le cas de l'alternatif simple) augmentait alors le flux jusqu'à l'obtention des 115-120 volts; mais il n'y avait pas auto-excitation, au sens ordinaire du mot, c'est-à-dire élévation *spontanée* de la force électromotrice sans rien toucher au circuit inducteur. Il est vrai que, dans le cas du monophasé, avec batterie de quatre soupapes, le courant redressé passe par zéro (et même en dessous par suite des fuites des soupapes), ce qui n'a pas lieu

avec six soupapes montées sur le triphasé. En ne redressant le courant alternatif qu'avec une seule soupape, j'ai observé que la surexcitation due au courant redressé n'augmentait que de 2 à 3 pour 100 le voltage alternatif obtenu par le courant continu auxiliaire.

Il serait peut-être téméraire de conclure, de cette seule expérience, que l'auto-excitation d'un alternateur monophasé, au moyen de soupapes, fût impossible; mais je crois qu'il serait nécessaire d'user d'un artifice spécial pour rendre le courant redressé plus continu : self-inductance, ou condensateur électrolytique de grande capacité électrostatique, formé par une soupape à deux clapets d'aluminium (anode et cathode), ou même une batterie d'accumulateurs, qui pourrait être de très faible capacité, c'est-à-dire sans *formation* notable. Ces procédés de régularisation du courant redressé des soupapes électrolytiques ont été déjà indiqués par divers expérimentateurs. Mais ce sont là des complications qui réduisent l'intérêt du procédé et sont, en tous cas, inutiles pour un alternateur triphasé et, très vraisemblablement aussi, pour un alternateur diphasé.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les différences de potentiel de contact entre métaux et liquides.* Note de M. **L. Bloch**, présentée par M. H. Poincaré.

Il existe un certain nombre de mesures sur la différence de potentiel métal-liquide, mais nous n'avons connaissance d'aucun travail systématique sur la variation de la différence de potentiel métal-électrolytique quand la concentration de l'électrolyte varie. Trois sulfates métalliques ont été étudiés par M. Gouré de Villemontée dans sa Thèse de doctorat ([1]).

Il nous a semblé intéressant de mesurer la différence de potentiel entre métal et eau distillée, et de rechercher comment varie cette différence lorsqu'on passe de l'eau à des solutions aqueuses de concentration variable. La méthode choisie est celle du condensateur de Volta. On s'est assuré que la principale cause d'erreur de cette méthode (condensation de liquide sur le plateau métallique) est négligeable pendant une série d'expériences.

([1]) Voir Gouré de Villemontée, *Thèse*, p. 114.

La méthode ne fait connaître naturellement que les différences de potentiel *apparentes* (dans l'air). Le plateau métallique invariable est un disque de zinc oxydé. Ce disque a parfois été remplacé par un disque de zinc nickelé. Certains résultats ont été contrôlés au moyen d'un compensateur à polonium.

Par rapport au zinc oxydé, l'eau distillée du laboratoire présente une différence de potentiel de contact (positive) voisine de 1 volt. L'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, en solution normale, présentent des différences de potentiel (positives) *notablement plus grandes* ($1^v,20$ environ). Lorsqu'on dilue progressivement une solution acide normale, la différence de potentiel *décroît constamment* sans présenter de maximum ni de minimum.

Le carbonate de soude normal, la soude normale, l'ammoniaque, présentent des différences de potentiel *notablement moindres que l'eau*. Par dilution progressive, ces différences *croissent régulièrement*, sans offrir de maximum ni de minimum.

Les sels comme le chlorure de sodium normal; les sulfates de zinc, de nickel, de cuivre en solution normale, présentent, par rapport à l'eau distillée, des variations faibles ou douteuses.

Si l'on part de l'eau distillée, l'addition d'*une* goutte d'acide sulfurique ou de soude normale (dans 240^{cm^3} d'eau) produit plus de la moitié de la variation totale qu'on observe en passant de l'eau pure à la solution normale elle-même.

Quand l'addition d'une goutte d'acide a produit une variation dans un sens, l'addition d'alcali annule cette variation et crée une variation en sens contraire, qu'une nouvelle addition d'acide inverse à son tour.

Nous concluons de là que :

1° La différence de potentiel de contact (apparente) entre métal et liquide est plus petite pour les solutions alcalines que pour l'eau, plus petite pour l'eau que pour les solutions acides. Les sels donnent des effets peu différents de l'eau;

2° Cette différence de potentiel varie constamment dans le même sens quand on passe de la soude normale à l'acide sulfurique normal;

3° Les variations les plus grandes s'observent pour les dilutions extrêmes. Elles sont susceptibles de mettre en évidence des traces d'acide ou d'alcali qui échappent aux réactifs colorés.

RADIOGRAPHIE. — *Radiographie des poumons et de l'estomac des fœtus et des enfants mort-nés.* Note de M. **Bouchacourt**, présentée par M. Bouchard.

A propos de la Communication faite le 4 mai 1908 à l'Académie des Sciences par M. Perrier, au nom de M. Ch. Vaillant, je demande la permission de présenter les observations suivantes :

1° *Radiographie des poumons.* — Il est certain que, chez les enfants ayant respiré, les poumons forment une tache plus ou moins claire sur la radiographie, par suite de la présence d'une notable quantité d'air à ce niveau. Dans les deux cours que j'ai fait deux fois par an (¹) (stage d'hiver et stage d'été) à la Clinique Tarnier, de 1898 à 1907, j'ai toujours insisté auprès des élèves (en leur montrant de nombreux clichés à l'appui) sur la valeur de ce procédé de docimasie pulmonaire radiographique, qui avait surtout l'avantage, sur le procédé de docimasie pulmonaire hydrostatique, de ne pas nécessiter l'ouverture du cadavre.

Dans ces deux procédés, il y a d'ailleurs une cause d'erreur : c'est l'insufflation pratiquée dans l'espoir de ranimer l'enfant né en état de mort apparente.

Mais j'ai toujours noté que dans ces cas l'air n'arrivait pas jusqu'aux sommets des poumons, qui restaient opaques.

Il y a lieu de noter d'ailleurs que, chez l'enfant ayant nettement respiré, les différents diamètres de la partie supérieure du thorax sont notablement plus grands que ceux de l'enfant qui n'a pas respiré spontanément.

2° *Radiographie de l'estomac.* — D'après les nombreuses radiographies de nouveau-nés que j'ai faites, l'estomac est surtout visible dans les deux cas suivants, par suite de la présence de gaz dans son intérieur :

A. Dans les cas de fœtus ayant été insufflés (surtout par le procédé dit *de bouche à bouche*), par suite de la présence d'une quantité plus ou moins grande d'air dans l'estomac.

B. Chez les fœtus morts depuis plus de 48 heures, par suite du développement des gaz de la putréfaction. Dans ces cas, non seulement l'intestin mais l'estomac sont nettement visibles. Les anses intestinales sont délimitées, le diaphragme refoulé, etc., de façon très variable suivant le degré de putréfaction.

(¹) Sur les applications de la radiologie à l'Obstétrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Observations sur le temps employé par les corps pour se dissoudre.* Note de M. GASTON GAILLARD, présentée par M. J. Violle.

Les observations que nous avons faites sur le temps que la précipitation met à apparaître dans les solutions d'hyposulfite (1) nous ont amenés à étudier, au même point de vue, la dissolution des corps.

Comme on le sait, d'après G.-A. Hulett (2), Boyer-Guillon (3), J. Schürr (4), Bruner et Tolloczke (5), la dissolution dépend de nombreux facteurs qui rendent fort difficile toute observation de ce genre.

D'une façon générale, nous avons jeté des poids donnés de sel dans des quantités déterminées de dissolvant à une température connue. La diffusion était rendue la plus active possible et maintenue constante par un agitateur mû par une turbine réglée à une certaine vitesse, et l'on a compté les temps jusqu'à la disparition entière du sel.

Ces expériences ne peuvent valoir comparativement que par séries, pour des cristaux de grosseur semblable et une égale diffusion, car pour un même sel les écarts sont considérables, selon la grosseur des cristaux et l'agitation de la dissolution. Si l'on pulvérise les cristaux, la dissolution se fait d'une façon beaucoup plus rapide, mais il subsiste entre les sels des différences comparables à celles qu'on observe en opérant sur les cristaux mêmes.

Sans parler des nombreuses expériences que nous avons faites avec divers sels et pour lesquels il est difficile de donner des résultats comparatifs à cause des formes différentes qu'ils revêtent, il est intéressant de remarquer que, pour certains d'entre eux, il se manifeste des relations avec la nature de leur acide ou le poids de leur métal. En opérant avec un même corps, nous avons vu que :

1° Pour des quantités croissantes, le rapport des durées à la concentration obtenue est d'abord sensiblement constant dans les limites de nos expé-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 652.

(2) *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. XXXVII, 18 juin 1900, p. 385.

(3) *Étude sur la solution de sulfate de chaux* (*Annales du Conservatoire*, 1900).

(4) *Journal de Chimie physique*, t. II, 1904, p. 243.

(5) *Id.*, t. III, 1905, p. 625.

riences, pour s'élever ensuite :

Pour 2000g.	$t = 20°$. $S^2O^3Na^2$ (sous forme de semoule).	$t = 15°$. SO^4Na^2 (petits cristaux).	Sucre (cristallisé).
50g	1m.50s à 2m		2m.30s à 2m.45s
100	2.15 à 2.25	3m.30s à 4m	2.45 à 3
200	2.35 à 2.45	7.30 à 8	3.15 à 3.30
300	3.20 à 3.30	14 à 16	4
400	3.40 à 3.50	»	4.30 à 4.45
500	4.10	»	5.15 à 5.30

2° On constate un rapport entre la valeur de la solubilité et celle du temps employé, et, dans certains cas, en faisant varier la température, on voit que la courbe des inverses des temps a une allure comparable à celle de la solubilité ; mais des sels ayant des coefficients voisins peuvent employer des temps notablement différents, et la variation du temps avec la température ne suit pas toujours celle de la solubilité, comme cela est à remarquer plus spécialement avec le sulfate de soude ou de chaux.

	200g pour 2000g. $S^2O^3Na^2$.	SO^4Na^2.	Sucre.
15°	2m.45s	10m à 12m	2m.45s à 3m.00s
20	»	»	2.15 à 2.30
30	»	1m30s à 1m45s	1.45 à 2
40	1.40	»	50 à 1
50	»	50s à 1m10s	40 à 50
60	35s à 45s	25s à 30s	30 à 40
70	»	12s à 15s	»
80	15s à 18s	»	»

3° Pour quelques mélanges de sels sur lesquels nous avons opéré (sulfate et chromate de potassium, azotate de potassium et d'ammonium, chlorure de sodium et azotate de potassium), le temps varie dans le sens de la modification de la solubilité, mais les variations sont peu sensibles.

4° Si l'on ajoute successivement une même quantité d'un corps à dissoudre aussitôt que la quantité précédemment introduite a disparu, on voit que pour des concentrations croissantes les temps mis par un même poids

à se dissoudre augmentent de la façon suivante (¹) :

			Sucre.		
Poids.	Na Cl $t = 18^\circ$.	Sucre $t = 20^\circ$.	Poids.	$t = 12^\circ$.	On a ajouté 100^g.
g	m s m s	m s m s	g	m s m s	m s m
100	1.30 à 1.45	2.40 à 2.50	100	3.30 à 3.45	3.45
100	2	3.10	200	4.30	3.45 à 4
100	2.10	3 à 3.15	300	5.45 à 6	4
100	3 à 3.30	3.35	400	9 à 9.15	4.30
100	5 à 5.15	3.50 à 4	500	12	6.30 à 7
100	7.30 à 8	4.45	»	»	»
100	»	5.15 à 5.25	»	»	»
100	»	6.30	»	»	»
100	»	7.40	»	»	»

D'après les expériences précédentes et celles que nous avons faites sur la précipitation, on peut se demander s'il n'y a pas, pour chaque corps, une valeur de temps fondamentale. Dans ce cas il ne s'agit plus de considérer seulement la vitesse de réaction, c'est-à-dire le rapport de la masse transformée au temps, rapport dû aux valeurs combinées des différentes énergies des éléments en réaction et des nombreux facteurs qui interviennent, mais d'examiner l'action respective de chaque élément. Il semble qu'on pourrait ainsi pour chaque substance dégager la notion d'une sorte de chimiochronicité, l'étude de la valeur propre du temps employé par chaque élément dans ses combinaisons permettrait sans doute de se rendre plus complètement compte des forces qui entrent en jeu dans toute action chimique et d'en mieux déterminer l'économie.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur une action photographique de la lumière infra-rouge.* Note de M. **A. Gargam de Moncetz**, présentée par M. Deslandres.

J'ai pu mettre en évidence une action particulière de la lumière infrarouge, en répétant, sur le conseil de M. Deslandres, les expériences bien connues d'Edm. Becquerel et de M. P. Villard sur les rayons destructeurs et continuateurs.

(¹) Il est difficile de comparer ces temps aux différences entre la concentration finale et la concentration correspondant à la saturation par suite de la difficulté de l'expérience quand on approche de cette dernière.

Ed. Becquerel avait reconnu que les rayons infra-rouges les plus voisins du rouge détruisent l'impression produite sur une plaque par les rayons de longueur d'onde plus faible, employés dans la photographie ordinaire. M. Villard, en 1904, a obtenu le même résultat en remplaçant les rayons lumineux par les rayons X. La destruction, qui s'étend de λ 800 à λ 1000 environ, a été utilisée pour la photographie de cette région infra-rouge.

J'ai repris ces expériences avec les rayons X en faisant varier méthodiquement le temps de pose du spectre, et en employant, pour la collimation des rayons et leur photographie, des miroirs concaves argentés qui ont l'avantage de faire converger toutes les radiations sur un même foyer.

Ayant tout d'abord utilisé un spectrographe à prisme de flint, j'ai constaté qu'il existe, immédiatement à la suite des rayons destructeurs, un autre groupe de rayons moins réfrangibles et qui ont pour effet, non plus de détruire l'impression produite par les rayons X, mais au contraire de l'augmenter, en agissant en quelque sorte comme rayons continuateurs.

Pour rendre l'expérience plus concluante j'ai remplacé le prisme de flint par deux prismes de fluorine et, afin d'éliminer complètement l'hypothèse d'un voile par la lumière diffuse, j'ai placé devant la fente du spectrographe une cuve renfermant une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone. On sait que cet absorbant bien connu, dû à Tyndall, arrête complètement toute lumière capable d'impressionner les plaques photographiques à l'état normal et se laisse traverser par les radiations de longueur d'onde comprise entre λ 800 et 4^{μ}.

Dans ces conditions, avec une lampe Nernst de 32 bougies et une plaque Lumière Σ au gélatinobromure d'argent, voilée par les rayons X, il y a naturellement absence d'impression du spectre avant λ 800 et destruction du voile initial de λ 800 à λ 920; mais, au delà, l'épreuve montre une augmentation nette du voile, qui s'étend de λ 920 à λ 1350 environ.

L'emplacement des différentes radiations dans le spectre précédent a été calculé au moyen de la série des indices de la fluorine d'après Rubens, le spectre lui-même étant repéré par les raies de l'arc au lithium juxtaposées sur l'épreuve.

La même expérience faite avec des plaques voilées, non plus par les rayons X, mais par la lumière ordinaire (lumière rouge par exemple), ou avec des plaques non voilées, ne donne pas trace de ce prolongement, même avec des temps de pose considérables. Le phénomène en question paraît donc jusqu'à présent spécial aux préparations photographiques ayant subi l'action des rayons X.

Il convient de remarquer ici qu'il n'y a pas une analogie complète entre cette nouvelle action et l'effet continuateur d'Edm. Becquerel et de M. P.

Villard, qui exige pour sa production l'emploi d'une préparation photographique renfermant des sels d'argent solubles dans l'eau. Edm. Becquerel avait reconnu que la présence de ces sels était rigoureusement indispensable pour l'obtention de l'effet continuateur par les rayons jaunes et verts, et M. P. Villard, ayant récemment repris ces expériences, n'a pu obtenir aucune continuation avec les plaques au gélatinobromure d'argent ([1]).

Je me propose d'approfondir cette question, intéressante à des points de vue différents, et d'étudier notamment l'influence que peuvent avoir sur l'intensité de l'impression et son étendue, d'une part la nature des rayons X et leur durée d'exposition et d'autre part la nature des plaques employées.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude cinématographique des mouvements browniens.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

L'étude quantitative des mouvements browniens que présentent des particules très fines suspendues dans un milieu liquide ou gazeux est très difficile, à cause de la rapidité et de la faible trajectoire de ces mouvements. L'observation directe au microscope ne permet d'obtenir que des données schématiques sur ces mouvements. D'autre part, les recherches théoriques d'Einstein, Marie Smoluchowski, Langevin et Perrin montrent qu'il y a un intérêt d'ordre général à étudier quantitativement ces mouvements.

Grâce à une installation micrographique très complète du laboratoire de M. François-Franck que je tiens à remercier ici pour l'accueil qu'il m'a fait, et grâce à l'aide de M^lle Chevreton qui a établi un montage très perfectionné de cinématographie microscopique, j'ai pu obtenir des vues cinématographiques des mouvements browniens.

L'émulsion étudiée est du latex de caoutchouc dilué environ 500 fois avec de l'eau distillée; on choisit une émulsion contenant des grains bien isolés et uniformes comme grosseur. Ces grains sont absolument sphériques et ont environ 1^{μ} de diamètre.

L'émulsion est mise sur une lame portant un quadrillage très fin; on la recouvre avec une lamelle qu'on lute à la paraffine. De cette façon on peut conserver une émulsion sans évaporation pendant plusieurs jours et même semaines, et l'on constate toujours des mouvements browniens très nets. L'avantage du latex est d'une part l'uniformité de

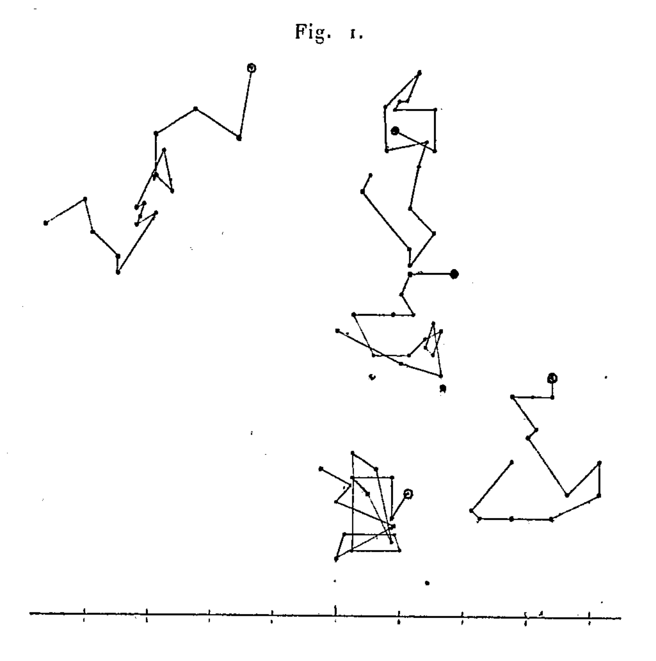
---

([1]) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er fascicule, 1907, p. 7 : *Sur les actions chimiques de la lumière,* par P. Villard.

grosseur des grains, d'autre part leur densité, très voisine de celle de l'eau : elle est égale à 0,98. On n'observe donc pas avec le latex la répartition en profondeur que Perrin a étudiée pour la gomme-gutte.

La préparation est placée en position exactement horizontale sous le microscope. Les photographies étaient faites avec l'objectif apochromatique Zeiss de 2^{mm}, l'oculaire à projection 4 et la distance de 24^{cm}, ce qui donne un grossissement d'environ

Fig. 1.



600 diamètres. La source éclairante est une lampe à arc de 30 ampères; le cinématographe est disposé directement au-dessus du microscope. Les cinématographies obtenues contiennent vingt images par seconde et la durée de pose de chaque image est égale à $\frac{1}{320}$ de seconde; par conséquent, l'intervalle de temps séparant deux images consécutives est égal à $\frac{1}{20}$ de seconde.

L'émulsion choisie était suffisamment diluée pour que dans le champ il n'y ait qu'une vingtaine de grains; de cette façon leur repérage peut être fait avec exactitude et l'on peut, en déterminant la position d'un grain sur une série de photographies successives, dessiner la projection de la trajectoire décrite par chaque grain. La figure ci-jointe représente ces trajectoires pour cinq grains, les points successifs correspondant aux intervalles de $\frac{1}{20}$ de seconde; l'échelle donne la grandeur du μ.

Résultats. — La trajectoire décrite par un grain est très complexe; elle varie d'un grain à l'autre et elle est absolument indépendante pour chaque grain, même lorsqu'on compare des particules voisines de 2^{μ}; cette trajectoire présente très souvent des variations très brusques de direction.

Le déplacement moyen correspondant à $\frac{1}{20}$ de seconde varie très peu d'un grain à l'autre. Voici par exemple les valeurs moyennes pour dix grains pris au hasard; ces moyennes correspondent chacune à seize déterminations successives :

$$0^{\mu},58 \quad 0^{\mu},55 \quad 0^{\mu},52 \quad 0^{\mu},56 \quad 0^{\mu},70 \quad 0^{\mu},64 \quad 0^{\mu},67 \quad 0^{\mu},71 \quad 0^{\mu},55 \quad 0^{\mu},70;$$

la moyenne de ces nombres est égale à

$$\Delta = 0^{\mu},62.$$

La formule d'Einstein, établie également par Marie Smoluchowski et Langevin, donne la valeur de ce déplacement moyen :

$$\Delta^2 = \frac{RT}{N} \frac{1}{3\pi\eta r} \vartheta,$$

R est la constante des gaz : $8,31.10^7$; $T = 290°$; N le nombre de molécules par molécule-gramme : 7.10^{23}; η la viscosité de l'eau : 0,013; r le rayon des particules : $0,5.10^{-4}$ cm et ϑ la durée : $\frac{1}{20}$ sec.

Cette formule donne comme valeur théorique de Δ, $0^{\mu},16$, c'est-à-dire *une valeur plus de quatre fois plus faible que la grandeur trouvée expérimentalement* (en effet, 0,62 est la valeur moyenne de la projection horizontale du déplacement).

Il résulte donc de nos expériences que la formule d'Einstein ne donne pas la valeur exacte du déplacement dans le mouvement brownien des grains étudiés par nous.

On doit se demander à quoi peut être dû cet écart entre la théorie et l'expérience. La formule d'Einstein montre que Δ^2 est proportionnel à la durée ϑ. J'ai fait des mesures de déplacement de grains de quatre images en quatre images, c'est-à-dire correspondant à $\frac{4}{20}$ de seconde; la moyenne trouvée est égale à $1^{\mu},11$ au lieu de $2 \times 0,62 = 1,24$ exigé par la formule; c'est un accord suffisamment bon. Donc l'expérience vérifie bien la proportionnalité de Δ^2 à la durée.

Il reste à se demander si la relation entre Δ^2 et la viscosité et le rayon est bien celle qu'admet Einstein, c'est-à-dire a-t-on le droit d'appliquer la loi de Stokes au déplacement dans l'eau de grains ayant 1^{μ} de diamètre? Il est possible que cette loi ne s'applique pas à des grains aussi petits. C'est un point que l'on peut résoudre par l'étude cinématographique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de thorium et d'aluminium.* Note de M. A. **Duboin**, présentée par M. L. Troost.

J'ai appliqué au thorium la méthode qui m'a donné un grand nombre d'iodomercurates nouveaux avec les iodures métalliques.

Je prépare l'iodure de thorium en attaquant du carbonate de thorine par l'acide iodhydrique et évaporant à siccité au bain-marie. Je dissous alors dans de l'eau, alternativement et jusqu'à refus, des portions de la masse obtenue et de l'iodure mercurique, en m'aidant d'une douce chaleur. La liqueur laisse d'abord déposer par refroidissement de l'iodure mercurique, puis une masse cristalline que j'ai laissé reposer longtemps afin d'avoir des cristaux plus gros.

Les plus gros cristaux, après que la masse eut été séchée sur des plaques de porcelaine, ont été triés avec une pince. Ils sont d'une déliquescence extrême et s'altèrent aussitôt à l'air en devenant rouges. Aussi l'opération du triage et la mise en marche de l'analyse doivent-elles être conduites très rapidement.

L'analyse montre qu'on est en présence d'un iodomercurate $ThI^4, 5HgI^2, 18H^2O$:

	Trouvé.			Calculé.
Thorium.......	6,54	6,73	»	6,972
Mercure.......	30,74	30,83	»	29,989
Iode...........	53,24	53,40	53,41	53,321

On voit que les cristaux contiennent un très léger excès d'iodure mercurique tenant à un commencement de décomposition.

La propriété saillante de ce sel est sa facile décomposition par l'eau.

La liqueur qui baignait les cristaux avait une teinte brune très foncée par suite de la présence d'iode libre; je l'ai éclaircie par agitation en présence d'iodure mercureux. Elle devient alors jaune comme de l'huile d'olive. A la température de 18°,9 elle a pour densité 3,512, nombre très voisin, mais inférieur à celui de la densité de la solution saturée d'iodure de mercure dans l'iodure de baryum (liqueur de Rohrbach). Sa composition est la suivante :

	I.	II.
Thorium.........	10,07	10,26
Mercure.........	21 99	22,26
Iode.............	51,18	51,23
Eau (par diff.)....	16,76	16,25

Iodomercurate d'aluminium. — J'ai indiqué précédemment (1) qu'une solution saturée d'iodure mercurique dans une solution d'iodure d'aluminium en présence de l'air sec avait laissé déposer un oxyiodure dont j'avais pu obtenir une quantité assez grande pour en faire l'étude. Depuis cette époque (août 1907), la liqueur mère abandonnée dans une atmosphère parfaitement desséchante, en présence de baryte anhydre, a laissé déposer des cristaux bien différents d'aspect. Ce sont des prismes très allongés, d'une déliquescence extraordinaire, dont je n'ai pu obtenir qu'une très petite quantité, malgré la longue durée de l'évaporation. L'analyse leur assigne la formule

$$AlI^3, HgI^2, 8H^2O.$$

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Aluminium......	2,73	2,78	2,683
Mercure........	20,21	19,94	19,880
Iode............	63,12	63,38	63,121

Ce corps se dissout dans l'eau, sans donner le moindre dépôt d'iodure mercurique, même après un temps prolongé ; sa grande déliquescence et la difficulté d'en avoir des quantités suffisantes m'ont empêché d'en faire une étude plus complète.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés définis du silicium et du palladium.* Note de MM. **Paul Lebeau** et **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait depuis les expériences de Boussingault (2), sur la siliciuration du platine et de quelques autres métaux, que le palladium peut fixer le silicium. Ce savant a reconnu que le palladium chauffé au rouge blanc dans une brasque de silice et de charbon augmentait de poids (3,9 pour 100) et il a démontré que cette augmentation devait être attribuée à la combinaison du silicium. Depuis cette époque, il n'a été publié, à notre connaissance, aucun document nouveau concernant les composés siliciés du palladium.

(1) *Sur quelques nouveaux iodomercurates* (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 713).

(2) Boussingault, *Comptes rendus*, t. LXXXII, 1867, p. 591. — *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XXVI, 1876, p. 265. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII, 1876, p. 145 et t. XV, 1878, p. 91.

Nous avons repris l'étude de la siliciuration du palladium et nous résumerons dans la présente Note l'ensemble des faits que nous avons observés dans l'action directe du silicium sur ce métal.

Le silicium et le palladium se combinent directement avec un dégagement de chaleur très apparent. Si l'on place dans un creuset de porcelaine de Berlin, chauffé au moyen d'un chalumeau ordinaire, un mélange intime de palladium et de silicium cristallisé, on constate d'abord un retrait de la matière, puis brusquement, à une température de 500° à 600°, une incandescence vive se produit et la combinaison s'effectue avec une élévation de température suffisante pour entraîner la fusion de la masse.

Cette expérience nous a montré qu'il était possible de préparer facilement des culots de palladium plus ou moins siliciés. La fusion a été obtenue dans tous les cas dans des creusets en porcelaine de Berlin, chauffés au four Forquignon.

La température de fusion des mélanges de silicium et de palladium varie dans d'assez grandes limites suivant les proportions relatives de ces deux éléments. En raison des indications précieuses sur le nombre et la composition ds composés définis que donne l'étude de la fusibilité, nous avons tout d'abord déterminé la courbe des points de solidification commençante du système silicium-palladium. Cette courbe part du point de fusion du palladium, 1587 (Holborn et Wien) (1) et descend ensuite jusqu'à 670°, point qui constitue un premier minimum pour un produit titrant 6 pour 100 de silicium. Un relèvement rapide s'observe ensuite et un maximum est atteint pour un culot renfermant 11,76 pour 100 de silicium. Cette proportion de silicium correspond à la formule $SiPd^2$. Le point de fusion de ce composé serait voisin de 1400°. Après ce maximum très accentué, la courbe descend de nouveau jusqu'à 750°. Le silico-palladium fusible à cette température contient 16 pour 100 de silicium. Pour les mélanges plus riches en métalloïde, la température de fusion croît jusqu'à 990°, second maximum encore très accusé, qui fait prévoir l'existence d'un second siliciure dont la formule serait Si Pd (21 pour 100 de Si). A 25 pour 100 de silicium, le produit fond à 825°. C'est là un nouveau minimum correspondant à l'eutectique. La température de solidification s'élève ensuite lentement pour atteindre le point de fusion du silicium.

Nous avons en outre observé, à l'aide d'un chronographe enregistreur, les variations de la vitesse de refroidissement. Pour tous les produits renfermant moins de 20 pour 100 de silicium, on constate un arrêt très net dans le refroidissement suivi d'une recalescence qu'on peut même reconnaître en dehors de toute mesure, par l'observation directe du culot. Avec le palladium silicié à 6 pour 100, par exemple, cette recalescence se manifeste vers 600°. L'élévation de la température est telle que la masse est portée au rouge vif. L'augmentation d'éclat part d'un point de la matière et se propage

(1) HOLBORN et WIEN, *Ann. Phys. und Chem. Wiedm.*, (2), t. LVI, 1895, p. 360.

d'une façon comparable à la cristallisation d'une solution sursaturée autour d'un germe. Il semble bien en effet qu'on soit en présence d'un phénomène de cet ordre, car nous avons pu, sur le conseil de M. Le Chatelier, empêcher la recalescence de se produire en mettant en contact avec le culot, au moment où commence sa solidification, un germe constitué par un petit fragment d'un culot précédent.

Dès que les produits siliciés renferment plus de 21 pour 100 de silicium, l'observation du refroidissement permet de reconnaître l'existence d'un eutectique. C'est l'eutectique SiPd — Si dont le point de solidification est 825° ainsi que nous l'avons déjà signalé.

Nous ne pouvons nous étendre ici longuement sur l'examen des surfaces polies de ces divers palladiums siliciés. Nous indiquerons cependant qu'il nous a permis de reconnaître l'homogénéité parfaite des produits titrant 11,76 et 21,05 pour 100 de sicilium qui correspondent respectivement à $SiPd^2$ et SiPd. En étudiant des culots à diverses teneurs ayant subi la recalescence et ces mêmes produits trempés avant l'apparition de ce phénomène, nous avons constaté une différence de structure intéressante. Dans ce dernier cas on observe toujours deux constituants se distinguant très facilement par l'oxydation à chaud. Ces deux constituants se révèlent comme très homogènes. Lorsque la recalescence a eu lieu, l'un d'eux, le plus oxydable, est parsemé de petits cristaux, dont l'apparition est, dans tous les cas, liée à la production de la recalescence. Ce fait est en accord avec l'hypothèse que nous avons déjà faite plus haut de la cristallisation d'une solution sursaturée.

Le silicium libre peut être mis en évidence sur les surfaces polies dès que la teneur en silicium dépasse 21,05 pour 100. A 23 pour 100 de silicium on trouve le siliciure SiPd cristallisé au sein de l'eutectique SiPd—Si. Pour les teneurs plus élevées, le silicium cristallise en gros cristaux au sein de ce même eutectique. Dans les culots très riches on ne rencontre plus cet eutectique et le siliciure SiPd, très homogène, cimente en quelque sorte les cristaux de silicium.

Nous avons pu isoler facilement le siliciure SiPd en soumettant à l'action d'une solution de potasse étendue des culots contenant plus de 60 pour 100 de silicium total. Le silicium libre se dissout rapidement, puis l'attaque se ralentit sans cependant cesser complètement. Mais il est très facile de saisir le moment où le silicium libre a disparu. Le dégagement gazeux très lent qu'on constate ensuite est dû à une altération lente du siliciure luimême.

Le siliciure SiPd se présente en petits fragments très brillants d'un gris bleuté, d'une densité de 7,31 à 15°. Il est attaqué à chaud par le fluor et le chlore. Au rouge sombre l'oxygène donne naissance à une oxydation super-

ficielle qui empêche une action plus profonde. Ce siliciure est inattaquable par l'acide chlorhydrique et par l'acide sulfurique, mais l'acide azotique et l'eau régale le décomposent déjà à froid. Les lessives alcalines réagissent lentement en donnant un silicate alcalin et du palladium.

L'analyse de ce siliciure nous a donné les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie pour SiPd.
Silicium pour 100........	20,71	20,55	21,05
Palladium pour 100......	78,80	78,97	78,95

Les essais que nous avons faits dans le but d'isoler à l'état cristallisé le second siliciure $SiPd^2$ n'ont pas été jusqu'ici satisfaisants.

L'ensemble de ces recherches montre que le silicium et le palladium s'unissent directement avec dégagement de chaleur et donnent deux siliciures définis $SiPd^2$ et SiPd. Le premier de ces composés a pu seul être séparé et analysé, mais l'existence de ces deux corps peut être affirmée en raison de la parfaite concordance observée dans l'examen métallographique et dans la détermination de la courbe de fusibilité du système silicium-palladium. Les formules de ces siliciures sont comparables à celles des siliciures de platine déjà connus. Enfin l'étude du refroidissement des palladiums siliciés renfermant moins de 20 pour 100 de silicium a permis d'observer un phénomène intense de recalescence qui semble correspondre à la cristalisation d'une solution sursaturée.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage volumétrique de l'acide tartrique dans les tartres et les lies.* Note de M. **Em. Pozzi-Escot**, présentée par M. Carnot.

Le dosage de l'acide tartrique dans les tartres et les lies, produits qui sont l'objet de transactions commerciales très importantes, s'effectue suivant certain nombre de méthodes plus ou moins empiriques, qui reviennent à isoler, avec une exactitude relative, le bitartrate de potasse, qui est un peu soluble dans l'alcool, et à déterminer son poids. Quoique ces méthodes aient été l'objet de très intéressants travaux, dans un très grand nombre de pays et particulièrement de la part de M. Carles, il est

certain qu'elles ne répondent pas au degré de précision qu'on est en droit d'exiger aujourd'hui des procédés d'analyse servant de base aux transactions commerciales. Elles donnent lieu à de fréquents conflits entre acheteur et vendeur.

Toute la difficulté du problème réside dans le fait que l'acide tartrique ne donne à proprement dire aucun composé insoluble dans l'eau, et qu'on est obligé d'opérer en milieu alcoolique et de tenir compte de la solubilité relativement considérable, dans ce solvant, des produits qu'on pèse. Il sera facile de voir que la méthode volumétrique suivante donne des résultats très exacts, et qu'elle présente d'autre part toute la rapidité requise pour une opération industrielle.

On prélève 1^g de lie ou de tartre brut, on le place dans une capsule et l'on épuise avec un excès de solution de carbonate de soude ou de potasse bouillante; on prépare de la sorte 100^{cm^3} d'une solution de tartrate neutre, qui renferme tout l'acide tartrique du produit primitif. On prélève 25^{cm^3} de cette solution, qu'on met dans un petit ballon, et l'on acidule par un excès d'acide chlorhydrique; on fait bouillir pour chasser l'anhydride carbonique et l'on alcalinise franchement par l'ammoniaque, de manière à transformer l'acide tartrique en tartrate neutre; on ajoute alors 40^{cm^3} d'une solution décime de bromure de baryum ($\frac{1}{2}BaCl^2$) dans l'alcool fort et environ 75^{cm^3} d'alcool à 95°. On agite et l'on filtre sur un creuset de Gooch de préférence; on lave le précipité avec de l'alcool ajouté par petites portions.

Le tartrate de baryum précipité dans ces conditions est insoluble; on pourrait le transformer en sulfate de baryum et déterminer l'acide tartrique par pesée, il est plus simple d'opérer volumétriquement.

A cet effet, au liquide filtré contenant l'excès du bromure de baryum, on ajoute un peu d'eau et un excès d'oxalate d'ammonium; il se précipite de l'oxalate de baryum, qu'on reçoit sur un filtre et qu'on lave soigneusement avec de l'eau légèrement ammoniacale; on perce le filtre et, à l'aide d'une pipette contenant de l'eau chaude acidulée à l'acide sulfurique, on fait tomber tout le précipité dans un becher, on ajoute un excès d'acide sulfurique et l'on dose l'acide oxalique avec une solution titrée décime de permanganate de potasse. Soit n le nombre de centimètres cubes de cette solution utilisés, $40 - n$ représente le nombre de centimètres cubes de solution décime de bromure de baryum employés pour précipiter l'acide tartrique.

L'acide tartrique contenu daus la prise d'essai sera donc : $(40 - n) \times 0,0075 \times 4$; la proportion pour 100 sera : $3(40 - n)$.

Cette méthode est très rapide et elle donne des résultats beaucoup plus exacts qu'aucune des méthodes utilisées jusqu'ici; on voit qu'elle met à profit d'une part l'insolubilité du tartrate de baryum dans l'alcool et d'autre part la grande solubilité du bromure de baryum dans le même solvant.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Élimination de l'oxyde de carbone du gaz de houille.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Carnot.

La toxicité du gaz de houille est due presque exclusivement à l'oxyde de carbone, qu'il contient dans la proportion moyenne de 8 à 10 pour 100.

D'autre part, les canalisations conduisant le gaz d'éclairage des usines productrices aux lieux de consommation ne sont jamais étanches; elles perdent, en route, une fraction du gaz transporté. Les pertes peuvent atteindre de 5 à 20 pour 100, suivant l'état des canalisations. Il résulte de là que, dans les villes pourvues de distributions de gaz, les habitants sont constamment soumis à l'action nocive de l'oxyde de carbone.

J'ai recherché, au laboratoire, les méthodes pouvant être employées pour priver le gaz de houille, en totalité ou en partie, de l'oxyde de carbone qu'il contient. Trois procédés me paraissent industriellement applicables. L'oxyde de carbone peut être : 1° ou transformé en méthane; 2° ou transformé en acide carbonique; 3° ou absorbé directement.

1° *Transformation en méthane.* — La méthode d'hydrogénation de Sabatier et Senderens (*Ann. de Chim. et de Ph.*, 8e série, t. IV, mars-avril 1905), basée sur l'action du nickel à 250°, permet d'éliminer complètement l'oxyde de carbone en le transformant en méthane. Le gaz de houille renferme, en effet, tous les éléments nécessaires à l'accomplissement de la réaction

$$CO + 3H^2 = CH^4 + H^2O.$$

Le gaz de houille doit être privé, au préalable, de benzène, qui serait transformé en cyclohexane, et de composés sulfurés, qui stériliseraient le nickel.

Voici la composition volumétrique centésimale d'un échantillon de gaz de houille avant et après l'action du nickel :

	Avant (volume 4250cm³).	Après (volume 2900cm³).
Acide carbonique	2	0
Oxygène	1	0,20
Azote	3,10	4,30
Hydrogène	46,50	25,90
Méthane	37,70	69,40
Oxyde de carbone	9,50	0,09
Non dosé	0,20	0,11
	100,00	100,00

L'application de la méthode Sabatier et Senderens permet de mélanger une certaine

proportion de gaz à l'eau au gaz de houille, avant de le soumettre à l'action du nickel Soit, en effet, un mélange de :

100^{vol} de gaz de houille.	H	50
	CH^4	40
	CO	10

et de

20^{vol} de gaz à l'eau...	H	10
	CO	10

Ce mélange contiendra essentiellement :

H......... 60^{vol} CH^4....... 40^{vol} CO........ 20^{vol}

Après réaction du nickel, on obtiendra :

CH^4....... 60^{vol}

2° *Transformation en acide carbonique.* — En faisant passer le gaz d'éclairage, préalablement privé de benzène, sur divers oxydes de fer, une portion plus ou moins grande de l'oxyde de carbone est transformée en acide carbonique, suivant la température mise en œuvre.

La formation de l'acide carbonique est limitée par suite de la présence de l'hydrogène. Il y a en même temps réduction du volume du gaz employé par suite de la formation d'eau.

J'ai obtenu les résultats suivants avec différents oxydes de fer (I, II, III), sur du gaz contenant, avant réaction, 9,86 pour 100 de CO et 1,64 pour 100 de CO^2 :

	Températures.	Réduction de volume.	CO.	CO^2.
Oxyde de fer I........	435°-450°	0	9,70	1,80
	800°-900°	12,5 pour 100	8,15	3,55
	1100°	15,2 »	7,90	3,50
Oxyde de fer II.......	900°	28,2 »	2,10	9,90
	1100°-1200°	31,5 »	4,85	6,65
Oxyde de fer III......	1000°-1100°	33,3 »	3,10	10,90

L'acide carbonique formé est absorbé par les moyens connus.

3° *Absorption directe.* — L'oxyde de carbone peut être absorbé à la température ordinaire par contact avec une solution aqueuse chlorhydrique ou ammoniacale de chlorure cuivreux. Voici les résultats obtenus avec le chlorure cuivreux acide :

	Composition centésimale volumétrique du gaz.	
	Avant traitement.	Après traitement.
Acide carbonique...........	1,80- 1,85	1,70-1,95
Oxyde de carbone..........	10,10-10,15	0,90-1,10
Oxygène..................	0,60- 0,65	0,50-0,60

Les trois méthodes signalées permettent donc de supprimer ou de réduire la proportion d'oxyde de carbone contenue dans le gaz de houille. Par leur application industrielle, les inconvénients que l'emploi du gaz de houille présente pour l'hygiène publique pourraient être atténués dans de notables proportions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le propargylcarbinol.*
Note de MM. **Lespieau** et **Pariselle**, présentée par M. Haller.

On ne connaît actuellement qu'un alcool possédant les propriétés d'un composé acétylénique vrai, l'alcool propargylique découvert par M. Henry; nous nous sommes proposé d'en obtenir un autre, précisément l'homologue immédiat du précédent, le butinol

$$CH \equiv C - CH^2 - CH^2OH.$$

Notre point de départ a été l'éther

$$CH^2Br - CHBr - CH^2 - CH^2OCH^3$$

précédemment décrit par l'un de nous (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1161); cet éther, soumis à l'action de l'acide bromhydrique, nous a fourni le tribromobutane-1.2.4, que nous avons ensuite attaqué par la potasse; il est résulté, de cette attaque, un dibromure éthylénique, d'où nous avons pu passer à l'alcool

$$CH^2 = CBr - CH^2 - CH^2OH.$$

Ce dernier composé, chauffé avec une solution aqueuse de potasse, nous a donné l'alcool primaire acétylénique en C^4. Voici quelques données sur les corps rencontrés dans ce travail :

Tribromobutane-1.2.4 $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CH^2Br$. — Liquide incolore, bouillant à 112°-113° sous 13^{mm}; pour l'obtenir, on fait passer lentement un courant d'acide bromhydrique dans l'éther méthylique, dont il a été question ci-dessus, maintenu à 100°. Quand il ne se dégage plus de bromure de méthyle, on sature le liquide d'acide bromhydrique à 0°, on l'enferme dans un matras de Wurtz et on le maintient 10 heures à 100° (analyse : Br 80,90; cryoscopie 306).

Dibromo-2.4-*butène* $CH^2 = CBr - CH^2 - CH^2Br$. — Liquide bouillant à 57°-60° sous 14^{mm}. On l'obtient en ajoutant au tribromure précédent

20 pour 100 de potasse ordinaire concassée en morceaux de la grosseur d'un pois et portant à l'ébullition; beaucoup de tribromure échappe à l'attaque, mais on le récupère par distillation fractionnée du produit recueilli. Si l'on exagère l'action de la potasse, on obtient des produits acétyléniques dont l'un est liquide et précipite en jaune le chlorure cuivreux ammoniacal, tandis que l'autre, qui paraît être gazeux, mais différent de l'acétylène, précipite le même réactif en rouge.

La formule que nous avons attribuée au dibromobutène obtenu ici découle en partie de son mode de préparation, ainsi que du fait qu'on en peut dériver un alcool acétylénique vrai; ce ne peut d'ailleurs être le dibromo-2.4-butène 1, corps dont s'est servi M. Griner lorsqu'il a réalisé la synthèse des érythrites, car il n'en présente pas les caractères. Il ne reste alors comme formule possible que celle que nous avons adoptée ou la suivante :

$$CHBr = CH - CH^2 - CH^2Br.$$

Nous avons considéré celle-ci comme peu probable ; l'étude de l'action de la potasse sur un corps très analogue au tribromobutane, la tribromhydrine de la glycérine, a montré en effet que le brome enlevé en premier lieu est un brome primaire, à l'exclusion du secondaire [analyse : Br, 74,36; cryoscopie, 209].

Bromo-2-butène-1-ol-4 $CH^2 = CBr - CH^2 - CH^2OH$. — Liquide bouillant à 69°-72° sous 11^{mm} et vers 175°, mais avec décomposition semble-t-il, sous 760^{mm}; on l'a obtenu en saponifiant son acétine, et on l'a desséché sur l'oxyde de baryum [analyse : Br, 53,07; cryoscopie, 156].

L'acétine de cet alcool bout à 75°-78° sous 15^{mm} [analyse : Br, 41,08; cryscopie, 189]; elle résulte de l'action de l'acétate de potassium sur le dibromo-2-4-butène.

Butinol $CH \equiv C - CH^2 - CH^2OH$. — Liquide bouillant à 133°-136° sous 760^{mm}. Il résulte de l'attaque de l'alcool précédent par une solution de potasse dans l'eau (poids égaux de base et d'eau); on le sépare de l'eau qui a distillé avec lui par le carbonate de potassium, le redistille, le sèche au sulfate de cuivre blanc et le distille encore une fois (analyse : C, 67,78; H, 8,76; cryoscopie, 73).

Cette analyse montre que le corps n'est pas rigoureusement exempt d'eau, mais nous n'avons pu arriver à mieux; l'oxyde de baryum attaque trop facilement le butinol pour être employé à la dessiccation de cet alcool.

Pour caractériser ce corps en tant qu'alcool, nous en avons fait la phényl-

uréthane : ayant enfermé dans un petit tube l'alcool avec du carbanile, nous avons chauffé le tout à 140° pendant 10 heures, puis nous avons abandonné le liquide sirupeux obtenu dans le vide sec. Les cristaux qui se sont formés ont été dissous dans le pétrole (éb. 80°-100°) bouillant, ce qui a permis d'éliminer un peu de diphénylurée; le produit déposé par refroidissement a été dissous dans le minimum de benzène et reprécipité par addition de pétrole. On a ainsi la phényluréthane fondant à 66°-67° (analyse : C, 69,44; H, 6,10).

Mais, si l'on veut caractériser le butinol en question, il est plus simple et plus facile d'en préparer le dérivé triiodé suivant :

Triiodobuténol $CI^2 = CI - CH^2 - CH^2OH$. — On obtient ce corps en précipitant le butinol par le chlorure cuivreux ammoniacal, essorant le précipité jaune obtenu (dont la formation caractérise déjà la présence d'un produit acétylénique vrai), puis délayant le précipité dans une solution d'iode dans l'iodure de potassium et portant le tout progressivement à 100°. Il se forme alors, avec un très bon rendement, un produit presque insoluble dans l'eau froide, qu'on peut extraire à l'éther et redissoudre dans le benzène bouillant, d'où il se précipite bien pur par refroidissement. C'est le triiodobuténol, corps fondant à 112°-113° (analyse : I, 84,03; cryoscopie, 442), se colorant très rapidement en rose sous l'action de la lumière.

C'est bien un alcool, car, en le traitant par le chlorure d'acétyle, on obtient son acétine. On purifie celle-ci en la dissolvant dans un mélange d'acide acétique et d'eau tièdes; par refroidissement, il se dépose des cristaux fondant à 51°-52° (analyse : I, 77,01).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés trihalogénés mixtes du méthane.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. A. Haller.

On ne connaît actuellement que les composés $HCCl^2I$, $HCClBr^2$, HCFClBr. J'ai préparé et étudié les produits nouveaux suivants : HCI^2Cl HCI^2Br et $HCIBr^2$.

Iodochloroforme $HCICl^2$ et *chloroiodoforme* HCI^2Cl. — Sérullas [1] puis Bouchardat [2] ont obtenu, en traitant l'iodoforme par le bichlorure de mercure, un

(1) Sérullas, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXXIV, p. 97.
(2) Bouchardat, *Lieb. Ann.*, t. XXII, p. 233.

liquide bouillant vers 130°, et dans lequel 2[at] de chlore ont remplacé l'iode. C'est l'iodochloroforme $HCICl^2$. Dans cette opération, il se forme toujours du chloroiodoforme qu'on peut obtenir en distillant dans le vide le produit brut de l'opération. Ainsi, en distillant sous 100mm de pression un mélange intime de 700g $HgCl^2$ et 1100g HCI^3, on obtient 670g de distillat qui, par fractionnement sous 30mm, fournit 235g de $HCICl^2$ et 323g de chloroiodoforme pur passant à 88°.

L'*iodochloroforme* $HCICl^2$ bout à 40° sous 30mm et 131° sous 760mm. Sa densité à 0° est 2,41.

Le *chloroiodoforme* HCI^2Cl est un liquide incolore, cristallisable et fusible à —4°; sa densité à 0° est 3,17; il bout à 88° sous 30mm et, en se décomposant, vers 200° sous 760mm. Très instable en présence d'air et à la lumière, il se colore rapidement en violet, par l'iode mis en liberté; en présence d'eau et à l'air, il répand rapidement l'odeur du gaz phosgène; il est probable qu'il se forme alors le composé COICl.

A l'analyse il fournit : $2AgI + AgCl$ pour 100, calculé 204, trouvé 202. Son poids moléculaire fourni par la cryoscopie dans le benzène a été : trouvé 301, théorie 302,5. En opérant dans les conditions indiquées on obtient environ 3 parties de cet iodure contre 2 parties de l'iodochloroforme; le rendement total des deux est de 96 pour 100 de l'iodoforme employé.

Iodobromoforme $HCIBr^2$. — Bouchardat (*loc. cit.*) a cru obtenir ce composé en traitant l'iodoforme par le brome; en fait, il n'a étudié qu'un mélange de bromoforme et d'iode. Löscher ([1]), en répétant ses expériences, a montré qu'en distillant ce produit dans le vide on n'en retirait que du bromoforme.

On peut préparer facilement l'iodobromoforme en distillant sous 150mm un mélange à parties égales de bromure de mercure et d'iodoforme. Au fractionnement, on obtient, en partant de 800g de mélange, 300g de liquide passant de 80° à 100° sous 25mm, et 85g de produit passant de 100° à 120° sous 25mm et fondant vers 58°-65°.

La partie de tête, fractionnée à nouveau, fournit l'iodobromoforme pur. C'est un composé cristallisé, blanc, fusible à 22°,5, bouillant à 101°-104° sous 50mm et 91° sous 42mm. Il est peu soluble dans l'éther de pétrole à 0°, et cristallise en grandes tables blanches de cette solution. A l'état solide, il est assez stable à la lumière, mais ses dissolutions sont très instables en présence d'air. Soumis à l'action du brome, même à 0° il se transforme en bromoforme. Son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans le benzène, a été trouvé égal à 306 : théorie 300. A l'analyse, on a obtenu : $AgI + 2AgBr$ pour 100, 201,7; calculé 204.

Bromoiodoforme HCI^2Br. — On le trouve dans les portions de queue de la distillation du produit brut de l'opération précédente; mais, malgré tous mes efforts, il m'a été impossible de l'obtenir pur par ce procédé. Si l'on fractionne la substance par cristallisations successives dans la ligroïne légère (p. éb. 60°-80°), on obtient une série de cristaux mixtes commençant à fondre à 30° et finissant à 115°, sans jamais saisir un produit pur. Il semble à peu près impossible de le débarrasser de l'iodoforme qu'il contient. Par contre, on peut l'obtenir facilement en faisant réagir à froid le brome sur l'iodoforme, en solution dans le tétrachlorure de

(1) Löscher, *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XXI, p. 410.

carbone. Ainsi, en mélangeant 135g d'iodoforme avec 80g de CCl^4, et l'additionnant peu à peu d'une solution de 40g de brome en 80g de CCl^4, en opérant à 0° et laissant revenir à + 15° environ après chaque addition, on obtient, en laissant 12 heures en contact, un liquide dans lequel la plus grande partie de l'iode cristallise. On enlève l'iode dissous au moyen d'une solution de sulfite, et, après avoir chassé par distillation le tétrachlorure, on obtient un résidu cristallin formé de bromoiodoforme et d'iodobromoforme. Par cristallisation fractionnée dans la ligroïne légère, il se sépare en beaux cristaux jaunes, hexagonaux, d'odeur sucrée et rappelant en même temps celle de l'iodoforme, et fusibles à 60°. Le point d'ébullition est de 110° sous 25mm. Ce composé, très stable à la lumière, à l'état solide, est extrêmement altérable en solution. Il a fourni à l'analyse : 2 Ag I + Ag Br pour 100, calculé 189, trouvé 186. On a trouvé, par cryoscopie dans le benzène : PM 347, calculé 351.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des combinaisons du tétraméthyldiaminobenzhydrol avec quelques dérivés méthyléniques.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller.

Cet alcool s'unit équimoléculairement aux éthers β-cétoniques, aux β-dicétones, au malonate d'éthyle, en produisant 1mol d'eau et une série de substances, précédemment représentées par des formules brutes [1].

La formule générale, la plus simple qui puisse leur être attribuée, est la suivante :

$$(CH^3)^2N.C_6H_4-\underset{\underset{\displaystyle Y-CH-X}{|}}{CH}-C_6H_4N.(CH^3)^2.$$

Elle découle : de la combinaison de l'oxhydryle de l'hydrol avec 1at d'hydrogène du composé méthylénique et de la soudure des deux radicaux résultants, carbone à carbone :

$$\begin{matrix}(CH^3)^2N.C_6H_4\\(CH^3)^2N.C_6H_4\end{matrix}\Big\rangle CH-\boxed{OH+H}-\overset{X}{\underset{Y}{CH}}=H^2O+\begin{matrix}(CH^3)^2N.C_6H_4\\(CH^3)^2N.C_6H_4\end{matrix}\Big\rangle CH-CH\Big\langle\begin{matrix}X\\Y\end{matrix}.$$

Tous ces corps, traités par la diméthylamine en présence d'acide acétique, brisent très aisément leur molécule; ils donnent naissance au composant méthylénique et à la leucobase du violet cristallisé.

L'aptitude de ces composés à rompre leur molécule pouvait conduire à leur attribuer une formule de constitution en O, résultant de l'élimination de 1mol d'eau entre deux oxhydryles, celui de l'hydrol et celui de la forme

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 643.

énolique du composé méthylénique :

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \boxed{OH + H} - O - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = CH - CO^2.C^2H^5$$

$$= H^2O + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - O - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = CH - CO^2.C^2H^5.$$

Les recherches que nous avons poursuivies dans le but d'apprécier la valeur de cette hypothèse nous amènent à poser la conclusion suivante : En milieu *neutre* ou *alcalin,* les combinaisons tétraméthyldiaminobenzhydryl-méthyléniques ne peuvent être considérées comme des dérivés en O.

Le tétramethyldiaminobenzhydryl-acétylacétate d'éthyle $C^{23}H^{30}O^3N^2$ doit être représenté par la formule en C,

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - CH\begin{cases} CO.CH^3 \\ CO^2.C^2H^5 \end{cases},$$

et non par la formule en O,

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2.CH - O - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{/}}{C} = CH - CO^2.C^2H^5.$$

En effet : 1° Il possède une fonction cétone, puisque l'hydroxylamine le transforme en oxime. Si ce corps était un dérivé en O, dépourvu de fonction cétone, il ne pourrait se combiner à l'hydroxylamine, à moins d'une transposition moléculaire de la forme O en forme C. L'*oxime* $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - CH\overset{\displaystyle CO^2.C^2H^5}{\diagup} - \underset{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = N.OH$ cristallise en aiguilles. Fusion, bain de Hg, 205°, n.c.

2° Il s'hydrolyse et se décarboxyle, en produisant une nouvelle cétone : la *p^2-tétraméthyldiaminobenzhydrylpropanone* $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2 - CO - CH^3$. Aiguilles. Fusion Hg 110°. Cette cétone a été transformée en *oxime*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2 - \underset{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = N.OH.$$

Fusion Hg 136°-137°, n. c.; *semi-carbazone*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - CH^2 - \underset{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = N.NH.CO.NH^2.$$

Fusion, avec décomposition, Hg, à partir de 185°; *dichlorhydrate*

$$[(CH^3)^2.N.C^6H^4]^2.CH.CH^2.CO.CH^3. + 2HCl;$$

chloroplatinate $PtCl^6H^2 + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2.CH.CH^2.CO.CH^3.$

Le *tétraméthyldiaminobenzhydrylbenzoylacétate d'éthyle*, $C^{28}H^{32}O^{3}N^{2}$, possède une formule en C : $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-CH\left\langle\begin{matrix}CO.C^6H^5\\CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right.$. Cette constitution repose sur les faits suivants :

1° Ce corps s'hydrolyse et se décarboxyle en produisant une nouvelle cétone : la *tétraméthyldiaminobenzhydrylacétophénone* $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO.C^6H^5$, fines aiguilles brillantes, fondant à 145° n. c. Cette cétone a été transformée en *oxime* $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2-\underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{C}}=N.OH$; *chloroplatinate*

$$PtCl^6H^2, [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO.C^6H^5.$$

2° Sous l'influence de la potasse alcoolique concentrée, cet éther β-cétonique subit à la fois la rupture cétonique et la rupture acide. Il se dégrade en *tétraméthyldiaminobenzhydrylacétophénone*, acide benzoïque, *acide tétraméthyldiaminobenzhydrylacétique* (¹) CO^2 et alcool. La formation de ces corps découle clairement de la formule en C :

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-CH\left\langle\begin{matrix}CO.C^6H^5\\COOC^2H^5\end{matrix}\right.+H^2O$$
$$=CO^2+C^2H^5OH+[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO.C^6H^5;$$
$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH\left\langle\begin{matrix}CO.C^6H^5\\COOC^2H^5\end{matrix}\right.+2KOH$$
$$=[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO^2K+C^6H^5CO^2K+C^2H^5OH.$$

Une formule en O est incompatible avec la production de ces corps, à moins de supposer la tautomérisation du dérivé O en dérivé C.

Tétraméthyldiaminobenzhydrylacétylacétone $C^{22}H^{28}O^{2}N^{2}$. — Nous lui attribuons une formule en C : $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2.CH.CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO.CH^3\end{matrix}\right.$, à cause de sa transformation quantitative par la potasse alcoolique en acétate de K et *tétraméthyldiaminobenzhydrylpropanone*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2-CO.CH^3,$$

mentionnée ci-dessus. Cette dégradation s'explique aisément avec la formule en C. Avec une formule en O, elle exige une transposition moléculaire.

(¹) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. CLXIII, p. 914, et t. CXLIV, p. 644.

La *tétraméthyldiaminobenzhydrylbenzoylacétone* $C^{27}H^{30}O^{2}N^{2}$ doit être représentée par la constitution : $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH\left\langle\begin{matrix}CO.C^6H^5\\CO.CH^3\end{matrix}\right.$.

En effet, la potasse alcoolique transforme ce corps en deux monocétones, décrites plus haut : la *tétraméthyldiaminobenzhydrylacétone* et la *tétraméthyldiaminobenzhydrylacétophénone*.

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO.C^6H^5\end{matrix}\right.+KOH$$
$$=C^6H^5CO^2K+[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO.CH^3,$$

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO.C^6H^5\end{matrix}\right.+KOH$$
$$=CH^3CO^2K+[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO.C^6H^5.$$

Ces transformations découlent aisément de la formule en C. Elles sont inexplicables avec une formule en O, à moins de supposer la tautomérisation préalable de la forme O en forme C.

L'hypothèse d'une formule en O ne peut être prise en considération pour l'*acide tétraméthyldiaminobenzhydrylmalonique* et ses *dérivés*, déjà décrits.

Sa formule de constitution est la suivante :

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-CH\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right..$$

Nous avons d'abord obtenu cet acide en partant du tétraméthyldiaminobenzhydrylmalonate d'éthyle, provenant lui-même de l'action de l'hydrol sur l'éther malonique. On peut directement le produire; suivant les conditions de l'expérience, l'acide malonique et l'hydrol donnent naissance soit à l'acide tétraméthyldiaminobenzhydrylacétique, réaction déjà signalée (1),

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]CH.OH+CH^2\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right.$$
$$=H^2O+CO^2+[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH.CH^2.CO^2H,$$

soit à l'acide tétraméthyldiaminobenzhydrylmalonique, réaction nouvelle,

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-OH+H.CH\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right.$$
$$=H^2O+CO^2+[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH-CH\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right..$$

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 914.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques colorants orthobenzylés du triphénylméthane*. Note de MM. **A. Guyot** et **P. Pignet**, présentée par M. A. Haller.

On sait que toute substitution en ortho vis-à-vis du carbone méthanique d'un colorant du type du vert malachite confère au produit résultant une résistance aux alcalis, variable avec la nature du groupe substituant, mais indépendante du caractère positif ou négatif de ce groupe; la tendance actuelle est d'expliquer cette action protectrice des groupes ortho-substituants par une influence d'ordre stérique qui imprimerait une stabilité spéciale au complexe quinonique auquel est due la coloration.

En admettant cette interprétation, on peut prévoir que les radicaux substituants à poids moléculaires élevés exerceront une action très prononcée et conduiront à des colorants présentant à ce titre un intérêt tout particulier.

Nous nous sommes proposé de vérifier ces prévisions; il nous était facile de préparer des colorants du triphénylméthane-*o*-benzylé en nous adressant à des composés tels que :

Les tétraalcoyldiamido-*o*-benzoylbenzylbenzènes,

$$C^6H^4\begin{cases} CO - C^6H^4 - NR^2 & (1) \\ CH^2 - C^6H^4 - NR^2 & (2) \end{cases};$$

Les tétraalcoyldiamido-*o*-benzhydrylbenzylbenzènes,

$$C^6H^4\begin{cases} CHOH - C^6H^4 - NR^2 & (1) \\ CH^2 - C^6H^4 - NR^2 & (2) \end{cases},$$

dont nous avons donné la préparation dans une précédente Communication ([1]). Ces nouveaux composés se condensent, en effet, sans difficulté, comme l'hydrol et la kétone de Michler, avec les amines les plus diverses, et conduisent ainsi à des verts malachites *o*-benzylés ou à leurs leucodérivés.

Conformément aux prévisions, tous les colorants ainsi préparés ont présenté une résistance remarquable aux alcalis, et des mesures comparatives,

---

([1]) Guyot et Pignet, *Comptes rendus*, 1908.

faites avec le degré de précision qu'on peut demander à ce genre de recherches, nous ont montré que l'action protectrice d'un groupement *o*-benzylé est sensiblement du même ordre de grandeur que celle d'un groupement *o*-sulfoné.

Tétraméthyldiamidotriphénylcarbinol-o-diméthylamidobenzylé :

$$(CH^3)^2N - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - COH = [C^6H^4 - N(CH^3)^2]^2.$$

A 14g de tétraméthyldiamido-*o*-benzoylbenzylbenzène dissous dans 20g de diméthylaniline on ajoute en une seule fois un mélange de 15g d'oxychlorure de phosphore et de 5g de diméthylaniline, et l'on chauffe 1 heure à 100°. La condensation est alors terminée; il suffit de verser le produit de la réaction dans environ 1l d'eau froide, et d'additionner peu à peu la liqueur bleue ainsi obtenue d'une solution concentrée de chlorure de zinc pour isoler le colorant sous forme de petits cristaux mordorés constitués par un chlorozincate répondant bien à la formule $C^{32}H^{36}N^3Cl^3Zn$.

En remplaçant dans la préparation précédente le chlorure de zinc par le nitrate de potassium, on obtient de beaux cristaux à reflets cuivrés, d'un nitrate double du colorant et de potassium, $C^{32}H^{36}N^5O^6K$. Ce nitrate est soluble sans altération dans l'alcool absolu d'où l'éther le reprécipite à l'état cristallisé. Nous avons préparé de même un nitrate double du colorant et de sodium. Cette aptitude à former des nitrates doubles avec les métaux alcalins est commune à tous les colorants du groupe; elle est assez inattendue, car on n'observe rien de semblable, à notre connaissance, avec les colorants ordinaires du triphénylméthane.

Il ne nous a pas été possible de saisir à l'état cristallisé la base carbinolique correspondante; la leucobase, $C^{32}H^{37}N^3$, fines aiguilles blanches fondant à 162°, se prépare au contraire très facilement, soit par réduction du colorant au moyen du zinc et de l'acide chlorhydrique, soit par condensation directe de la diméthylaniline avec le tétraméthyldiamido-*o*-benzhydrylbenzylbenzène :

$$(CH^3)^2N - C^6H^4CH^2 - C^6H^4 - CHOH - C^6H^4 - N(CH^3)^2.$$

*Hexaméthyltriamido-*2, 13, 13′*-diphényl-*9, 9*-dihydroanthracène*

$$\begin{array}{c} (CH^3)^2N - C^6H^4\diagdown\quad\diagup C^6H^4 - N(CH^3)^2 \\ C \\ C^6H^4 \langle\,\rangle C^6H^4 - N(CH^3)^2. \\ CH^2 \end{array}$$

Tous les colorants amidés du triphénylméthane se dissolvent dans l'acide

sulfurique concentré avec la coloration rouge orangé du triphénylcarbinol lui-même. Cette coloration, qui est indépendante du nombre et de la nature des auxochromes, comme si ces derniers s'effaçaient en milieu sulfurique concentré, semble bien caractéristique de la présence de l'hydroxyle carbinolique.

Le colorant précédent ne fait pas exception à cette règle, mais la liqueur rouge orangé qu'il donne avec l'acide sulfurique concentré ne tarde pas à se décolorer. C'est qu'en effet, sous l'influence de l'acide, le produit a perdu 1^{mol} d'eau aux dépens de l'hydroxyle carbinolique et subi une condensation anthracénique représentée par l'équation

$$\begin{array}{l} HO \diagdown \quad \diagup C^6H^4-N(CH^3)^2 \\ \qquad\quad C \\ \quad\;\; \diagup \quad \diagdown C^6H^4-N(CH^3)^2 \\ C^6H^4 \langle \\ \quad\;\; \diagdown CH^2-C^6H^4-N(CH^3)^2 \end{array} = H^2O + \begin{array}{c} (CH^3)^2N-C^6H^4 \diagdown \quad \diagup C^6H^4-N(CH^3)^2 \\ C \\ C^6H^4 \langle\;\rangle C^6H^3-N(CH^3)^2; \\ CH^2 \end{array}$$

l'hexaméthyltriamidodihydroanthracène $C^{32}H^{35}N^3$ qu'on obtient ainsi se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche, fondant vers 175°, soluble sans coloration dans les acides minéraux étendus.

En remplaçant dans la préparation du colorant précédent la diméthylaniline par la diéthylaniline, ou inversement le tétraméthyldiamidobenzoylbenzylbenzène par le diéthylamidodiméthylamidobenzoylbenzylbenzène $(CH^3)^2N - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - N(C^2H^5)^2$, nous avons obtenu un seul et même colorant, comme on pouvait le prévoir, homologue du précédent, que nous avons isolé sous forme de chlorozincate $C^{34}H^{40}N^3Cl^3Zn$, et de nitrates doubles de sodium $C^{34}H^{40}N^5O^5Na$ et de potassium $C^{34}H^{40}N^5O^6K$. Son leucodérivé $C^{34}H^{41}N^3$ fond à 107°.

Condensé dans les mêmes conditions avec la diéthylaniline, le diéthylamidodiméthylamidobenzoylbenzylbenzène nous a conduit au vert brillant *o*-diméthylamidobenzylé, dont nous avons analysé les nitrates doubles de potassium $C^{36}H^{41}O^6N^5K$ et de sodium $C^{36}H^{44}O^6N^5Na$. Le leucodérivé correspondant $C^{36}H^{45}N^3$ fond à 118°.

ZOOLOGIE. — *Sur la cytologie du labyrinthe rénal des Thysanoures.* Note de M. L. **Bruntz**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai montré (1904) que les régions glandulaires du *rein labial* des Thysanoures sont : 1° le *saccule* qui élimine le carmin ammoniacal injecté, et 2° le *labyrinthe* qui élimine le carmin d'indigo.

Chez *Machilis maritima* [1], le labyrinthe est un long tube pelotonné qui s'ouvre, d'une part, dans le saccule, d'autre part, au dehors par l'intermédiaire d'un canal excréteur.

Au point de vue histologique, le labyrinthe est formé d'un épithélium sécréteur reposant sur une membrane basale. Cette membrane est doublée extérieurement par des fibrilles de soutien d'origine épidermique. En divers points, elles réunissent le labyrinthe au saccule et ces deux formations aux téguments. Ces fibrilles anastomosées sont généralement orientées dans le sens de l'axe du labyrinthe et faciles à mettre en évidence à l'aide de quelques colorants, l'hématoxyline ou le violet de gentiane, par exemple.

L'épithélium se présente avec un aspect variable suivant la période sécrétoire considérée; mais, dans cette Note préliminaire, je ne désire signaler qu'une des phases de l'activité cellulaire qui me semble correspondre à l'élaboration du produit de sécrétion.

A ce stade d'activité, l'épithélium apparaît comme un syncytium; mais, si l'on ne peut apercevoir les membranes des cellules, on peut néanmoins délimiter les territoires cellulaires, grâce à la présence, sur les coupes, de granules chromatiques correspondant aux *Kittleisten*.

Les cellules épithéliales sont très différenciées. Il existe une bordure en brosse recouvrant le toit cellulaire et limitant la lumière du canal. Cette bordure en brosse est plus ou moins haute (de 1^{μ} à 5^{μ}) et repose sur une portion du cytoplasme électivement colorable par le violet de gentiane (série de granules chromatiques?). Sous la brosse, le cytoplasme forme une couche mince finement vacuolaire et granuleuse dans laquelle se trouvent placés de gros noyaux (10^{μ}) quelquefois plurilobés et pourvus d'un gros ou de plusieurs petits nucléoles plasmatiques.

La partie principale du cytoplasme, reposant sur la membrane basale, est formée de bâtonnets serrés, sensiblement parallèles les uns aux autres et faciles à mettre en évidence par la laque d'hématoxyline ferrique ou cuivrique.

Tel que je viens de le décrire, *l'épithélium du labyrinthe présente,* dans ses plus fins détails, *la structure de la cellule rénale,* structure que les professeurs Prenant et Bouin (1904), synthétisant les résultats de divers auteurs, caractérisent par : 1° une *bordure en brosse* revêtant la surface libre de la cellule, et 2° la *décomposition du cytoplasme de la portion basale en filaments ou bâtonnets électivement colorables.*

Ainsi que le revèlent les injections physiologiques et comme le prouve l'étude de préparations histologiques, les Thysanoures possèdent donc bien, contrairement à l'opinion classique, de véritables reins analogues à ceux des autres Arthropodes.

---

[1] Provenant du laboratoire maritime de Roscoff.

Du fait que j'ai découvert des organes éliminant le carmin d'indigo et présentant la structure rénale, on peut conclure que, contrairement aux dires de certains auteurs, *la méthode des injections physiologiques de liquides colorés dans la cavité générale conduit véritablement à la découverte des organes excréteurs*.

BIOLOGIE. — *Biologie d'un* Rhabdocœle *parasite du* Cardium edule *L.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

Les *Cardium edule*, à Le Portel et à Dannes-Camiers, ont un *Rhabdocœle* parasite dont je ferai connaître l'anatomie et l'embryogénie. Je me propose dans cette Note de donner quelques indications sur sa biologie. C'est un Vorticide qui présente de grandes affinités avec les *Graffilla* et doit être très voisin du parasite de *Tellina* auquel Graff a attribué le nom de *Provortex tellinæ*. Je dois le ranger dans un genre nouveau; je le nomme *Proderostoma cardii*. Sa taille ne dépasse pas 1^{mm}.

Le nombre des *Cardium* parasités est de 44 pour 100 à Le Portel et de 67 pour 100 à Dannes-Camiers. *Pr. cardii* vit dans l'estomac de son hôte, dans le voisinage de l'œsophage, où il exécute des mouvements de rotation sur place. Il produit un grand nombre (certainement plus de 70) de cocons à coque molle qui sont logés dans le tissu conjonctif et contiennent chacun 1 à 3 œufs, le plus souvent 2. Ces cocons sont disposés ventralement et latéralement sur 2 à 7 rangées longitudinales; les cocons les plus postérieurs sont ceux qui renferment les embryons les plus avancés dans leur développement. L'éclosion des embryons se fait donc normalement à l'extrémité du corps maternel; les petits se trouvent alors dans les mailles du tissu mésenchymateux; ils perforent les téguments de leur mère et deviennent libres dans l'estomac du *Cardium*, d'où ils gagnent l'intestin de celui-ci et sortent par le siphon anal.

Le pore génital du parasite ne sert que pour l'accouplement. Cet orifice, situé un peu en arrière du pharynx, est en relation avec la vésicule séminale par l'intermédiaire du pénis et avec un atrium mâle. Celui-ci communique en arrière, par un étroit canal, avec l'atrium femelle d'où partent deux canaux (oviductes) qui aboutissent aux ovaires; deux vitelloductes viennent déboucher au même point. Le canal atrial et l'atrium femelle reçoivent le produit de nombreuses glandes coquillières; il n'y a pas de bourse séminale.

Contrairement à ce qui se passe ordinairement, les oviductes ne charrient pas les

ovules; ils ne servent qu'à amener aux ovaires les spermatozoïdes et le produit des glandes coquillières. Les cocons se forment au niveau des deux oviductes et restent en place jusqu'à ce que de nouveaux cocons et les contractions du corps chassent les premiers plus en arrière, et ainsi des autres cocons qui sont séparés les uns des autres par une mince couche de tissu conjonctif. Il se forme ainsi deux rangées ventrales. Lorsque celles-ci atteignent l'extrémité postérieure du corps, deux nouvelles rangées latérales, puis deux autres encore se constituent et les cocons, s'accumulant toujours, se disposent enfin comme ils peuvent. Quand il n'y a plus de place en arrière des oviductes, les cocons nouvellement formés sont refoulés en avant. Les embryons qui sortent de ces derniers, éprouvant une résistance trop grande de la part des organes génitaux pour atteindre les téguments, perforent la paroi intestinale de la mère et, par l'intestin, gagnent la partie postérieure où ils peuvent traverser les téguments sans difficulté.

Les coques vides, recroquevillées et réduites à leur plus simple expression par l'élasticité et la régénération du tissu mésenchymateux, restent dans le tissu conjonctif; elles ne sont pas phagocytées.

Les embryons, qui à l'éclosion sont encore pourvus de balles vitellines et n'ont que les ébauches, nullement différenciées, des organes génitaux, séjournent quelques jours dans l'intestin du *Cardium*. Au moment de l'éclosion, ils mesurent $0^{mm},084$ à $0^{mm},088$. Quand ils sortent de l'intestin ils ont une longueur de $0^{mm},350$ à $0^{mm},400$ et tous les organes sont développés. L'accouplement a lieu tantôt dans l'intestin du *Cardium*, tantôt pendant la période de vie libre. La production des cocons commence immédiatement après l'accouplement, parfois même déjà avant la sortie de l'intestin. Dès qu'ils se sont accouplés, les jeunes se hâtent de pénétrer dans l'estomac d'un autre *Cardium*.

Pr. cardii est donc, selon la règle, hermaphrodite protérandre, mais les organes mâles ne s'atrophient pas, comme chez *Graffilla buccinicola*, à mesure que les organes femelles entrent en fonction. Ici, les testicules ne cessent pas de produire des spermatozoïdes pendant toute la vie.

Je ne sais pas s'il se produit des accouplements successifs dans l'estomac de l'hôte. S'il n'y a qu'un seul accouplement, et la chose me paraît certaine pour les parasites solitaires, c'est-à-dire dans 45 pour 100 des cas, il ne serait pas impossible qu'il y eût des autofécondations succédant à un accouplement croisé; l'anatomie montre qu'il n'y a aucune impossibilité à ce que les spermatozoïdes passent de la vésicule séminale dans l'atrium femelle. En tout cas tous les œufs sont fécondés.

Les parasites extraits de l'estomac refusent obstinément de pénétrer dans un autre *Cardium*, soit par la fente pédieuse, soit par le siphon branchial, d'où l'on peut conclure qu'une fois installés dans l'estomac de leur hôte, ils

y achèvent leur vie sans émigrer de nouveau. D'ailleurs les parasites extraits de l'estomac meurent généralement au bout de quelques heures, tandis que les jeunes vivent plusieurs jours dans l'eau de mer.

Pendant toute l'année on trouve des adultes dans l'estomac et des jeunes dans l'intestin des *Cardium*.

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des rayons X sur l'évolution de la glande mammaire pendant la grossesse chez la lapine.* Note de MM. **Cluzet** et **Bassal**, présentée par M. Bouchard.

Technique. — Les rayons X étaient donnés par une bobine Carpentier de 35^{cm} d'étincelle avec rupteur atonique; le courant primaire avait 20 volts et 3,5 ampères, le courant secondaire 0,4 milliampère; l'étincelle équivalente au tube radiogène (à osmorégulateur) avait une longueur de 10^{cm} à 12^{cm} et les rayons X correspondaient aux n^{os} 7 ou 8 du radiochronomètre. Dans ces conditions, le virage d'une pastille de platinocyanure de baryum placée à 8^{cm} de l'anode se produisait au bout de 20 minutes. L'anode était placée à 15^{cm} du mamelon et la durée d'exposition était de 30 minutes, durée suffisante pour produire les effets que nous signalons.

Expériences. — A. Aspect général, grossissements faibles et moyens.

a. Glandes de primipares.

1. *Mamelle irradiée le troisième jour de la gestation, examinée le huitième jour.* — Les culs-de-sac sont à peine ébauchés, peu nombreux et volumineux, comme dans une mamelle dont les acini commenceraient à se former.

2. *Mamelle irradiée le huitième jour de la gestation, examinée le quinzième jour.* — La différence entre cet organe et la glande témoin est évidente à première vue; la structure répond sensiblement à celle d'une glande normale du huitième jour.

3. *Mamelle irradiée la veille de la fécondation, examinée le quatorzième jour de la gestation.* — Cette glande diffère beaucoup de l'organe témoin et se trouve à peu près au même degré de développement que la mamelle 1, c'est-à-dire à un stade répondant aux premiers débuts de la grossesse.

4. *Mamelle irradiée partiellement le quinzième jour de la gestation, examinée le vingt-cinquième jour.* — La portion irradiée diffère d'une manière frappante de la partie saine : les acini sont à peine formés, à culs-de-sac gros, rares et distants, comme dans une glande de la première semaine.

5. *Mamelles examinées à terme.* — A ce stade, l'irradiation produit des effets dissemblables suivant qu'elle est faite vers la fin de la gestation ou au contraire à une époque éloignée du terme : 1° Dans les mamelles irradiées respectivement le trente et

unième, le vingt-cinquième ou le vingt et unième jour de la grossesse le tissu conjonctif interposé aux culs-de-sac est plus abondant, simulant une sorte de sclérose intralobulaire; les vésicules sont revenues sur elles-mêmes et semblent subir une atrophie d'autant plus marquée que l'application des rayons X a été faite plus tôt. 2° Tout autre est l'aspect des glandes irradiées respectivement le quinzième, le huitième ou le troisième jour de la gestation. Ici, le parenchyme sécréteur fait entièrement défaut; il n'y a plus d'acini, mais seulement de gros canaux anfractueux et plus ou moins dilatés. Le contraste est saisissant sur les pièces provenant de glandes irradiées partiellement où l'on peut voir sur la même coupe, d'une part des lobules en pleine lactation, de l'autre la glande réduite à ses conduits collecteurs.

6. *Mamelles examinées dix jours après la parturition.* — Ces glandes se comportent comme celles de la série 5. 1° Deux glandes irradiées, l'une le septième jour après la mise-bas, l'autre le vingt-septième et le trente-quatrième jour de la gestation et le septième jour après la parturition ne diffèrent que faiblement, à première vue, de la glande normale. 2° Trois autres mamelles ont été irradiées : la première les quinzième, vingt-deuxième et trente et unième jour de la grossesse, ainsi que le premier et le septième jour après la mise-bas; la seconde, le septième jour de la gestation; la troisième, les septième, quatorzième, vingt et unième, vingt-huitième et trente-quatrième jours de la grossesse. Toutes trois sont absolument dépourvues d'acini et ne présentent que des canaux excréteurs.

b. Glandes de multipares.

1. *Mamelles du neuvième jour de la gestation.* — La fin de la lactation précédente ne remontant qu'à deux mois, la glande normale montre une avance notable sur celles des lapines primipares de la même époque. Une glande irradiée le septième jour et examinée le neuvième ne diffère que peu de l'organe témoin. Une autre irradiée le deuxième jour et examinée le neuvième présente une augmentation sensible du tissu conjonctif intralobulaire.

2. *Mamelles du quinzième jour.* — La glande normale, ayant eu une période de repos beaucoup plus prolongée, est relativement peu avancée et ressemble à celles des primipares. Une glande irradiée le troisième jour et examinée le quinzième est manifestement retardée dans son évolution. Les lobules sont à peine formés et constitués par de larges diverticules peu nombreux et assez distants les uns des autres, comme chez les lapines primipares de la première semaine.

3. *Mamelles à terme.* — Une glande irradiée le dix-huitième et le vingt-cinquième jour de la gestation et examinée à terme offre un retard bien net sur l'organe témoin; les lobules sont moins volumineux; les cloisons connectives qui les séparent sont élargies ainsi que celles du stroma des acini. Ces modifications sont plus prononcées sur une mamelle qui avait été irradiée les quatrième, onzième, dix-huitième et ving-cinquième jours de la grossesse.

B. Lésions élémentaires.

Les cellules épithéliales irradiées présentent une affinité moindre pour les substances colorantes. Aussi bien dans le revêtement des culs-de-sac que dans celui des canaux, on trouve çà et là, isolés ou par groupes, et en nombre variable des noyaux très gros, pauvres en chromatine et mesurant jusqu'à 23^{μ}.

Conclusions. — En résumé, l'évolution de la mamelle peut être entravée à tous les stades par l'application des rayons X. Celle-ci produit son maximum d'effet lorsqu'elle est faite au cours de la première quinzaine ou peu avant la fécondation. On obtient alors un arrêt complet dans le développement du parenchyme sécréteur et même une régression des acini déjà formés, si bien qu'il ne subsiste que les canaux collecteurs. Lorsqu'on irradie dans la deuxième moitié de la gestation, les phénomènes sont moins marqués et analogues à ceux que nous avons décrits précédemment chez les femelles de cobaye (Cluzet et Soulié, *Soc. de Biol.*, 1907).

Il suffit d'employer des rayons X de pénétration moyenne et de faire une seule exposition de 30 minutes qui ne détermine pas de dermite apparente.

PHYSIOLOGIE. — *De l'arrêt et du séjour prolongé du sulfate de radium dans les tissus vivants.* Note de MM. **H. Dominici** et **Faure-Beaulieu**, présentée par M. Bouchard.

Le professeur Bouchard et le docteur Balthazard ont démontré, en 1906, que l'introduction, dans la cavité péritonéale des cobayes, de sacs de collodion contenant 2^g de sulfate de baryum radifère d'activité 5000, était suivie de modifications d'ordre physiologique capables d'entraîner la mort dans un bref délai.

Ces résultats importants nous ont engagés à étudier l'action des sels de radium sur les tissus vivants, et notre premier soin fut de chercher à en obtenir l'arrêt et le séjour prolongé dans l'organisme de l'homme et des animaux. A cet effet, nous avons employé du sulfate de radium à l'état de particules microscopiques en suspension dans une solution saline isotonique au milieu sanguin de la plupart des Mammifères ([1]).

Ce mélange a été injecté :

1° Dans les veines marginales de l'oreille de lapins adultes;
2° Dans l'appareil trachéobronchique d'autres lapins;

([1]) M. Jaboin, docteur en Pharmacie, a bien voulu préparer ce mélange par précipitation du sulfate de radium sous la forme d'une poudre impalpable dont les éléments examinés au microscope se présentent comme de petits corps ovoïdes, très réfringents, de dimensions oscillant autour de celles des hématies humaines, inférieures à celles des grands leucocytes mononucléaires.

3° Dans les interstices du tissu conjonctif de l'oreille du lapin, ou de membres humains destinés à être enlevés chirurgicalement;

4° Dans le parenchyme de la rate du lapin.

Si nous avons utilisé le sulfate de radium, c'est en qualité de sel insoluble dont les particules solides nous semblaient devoir être arrêtées soit dans les capillaires sanguins, soit dans les espaces lymphatiques, malgré leur extrême petitesse.

Ces prévisions ont été confirmées dans tous les cas où nous avons pratiqué la recherche du radium, quelles que fussent les dates des injections et celles des prélèvements.

Ces prélèvements ont été au nombre de huit, et ont été réalisés dans les conditions suivantes :

1° Autopsie de quatre des lapins ayant reçu du sulfate de radium pur ou mélangé à du sulfate de strontium dans les veines marginales de l'oreille;

2° Autopsie de l'un des lapins dans l'appareil trachéobronchique duquel avait été instillé du sulfate de radium;

3° Prélèvement : *a.* De la moitié de l'oreille d'un lapin dans le tissu cellulaire de laquelle on avait injecté $0^{mg},015$ de sulfate de radium;

b. De 40^g du tissu musculaire du quadriceps d'un homme dans la cuisse duquel on avait injecté $0^{mg},18$ de sulfate de radium avant opération pour ostéomyélite grave;

4° Prélèvement de 60^{cg} de la rate d'un lapin dans le parenchyme de laquelle on avait injecté $0^{mg},01$ de sulfate de radium.

De tous les procédés employés pour la recherche du radium dans les tissus, la calcination de ceux-ci, suivie de l'emploi du quartz piézo-électrique et de l'électromètre de Curie, a paru le plus simple et le plus constant (Baudoin).

L'ensemble des résultats est le suivant :

1° La présence du sulfate de radium fut constamment décelée dans le *tissu pulmonaire* des lapins, dans la veine marginale de l'oreille desquels on avait injecté ce corps, quelle qu'en fût la dose (de $0^{mg},001$ à $0^{mg},050$), quelle que fût la date de mise à mort des animaux (de 7 jours à 67 jours après l'expérience).

Chez tous ces animaux, on retrouva le radium, non seulement dans le poumon, mais encore dans le rein, à l'exclusion des autres organes (exception faite de deux cas où l'on constata la présence de ce corps dans le foie et l'intestin et d'un cas où elle fut décelée dans le foie à l'exclusion de l'intestin). Dans trois cas, la radioactivité du tissu pulmonaire l'emportait manifestement sur celle du tissu rénal. La proportion était renversée pour le quatrième lapin; mais il est à remarquer que ce cas fut celui où le délai

fut le plus considérable entre l'injection du radium et la mise à mort de l'animal (67 jours).

En ce qui concerne le lapin dont le *foie* et l'*intestin* étaient radioactifs, après injection intraveineuse, deux faits sont à noter :

En premier lieu, l'activité des tissus hépatique et intestinal était moindre que celle des tissus pulmonaire et rénal;

D'autre part, la quantité de sulfate de radium injectée était relativement considérable ($0^{mg},05$);

2° Le poumon du lapin dans l'*appareil trachéobronchique* duquel avait été injecté le sulfate de radium ($0^{mg},01$) était nettement radioactif à l'exclusion des autres viscères (mise à mort 18 jours après l'expérience).

3° Le résidu de la calcination de l'*oreille* d'un lapin qui avait reçu $0^{mg},015$ de sulfate de radium était nettement radioactif (l'oreille avait été enlevée 43 jours après l'injection).

4° Le produit de la calcination du *tissu musculaire* de l'homme auquel fut injecté le sulfate de radium était extrêmement radioactif, bien que l'opération eût été pratiquée 12 jours après la dernière injection.

5° Le *parenchyme splénique* d'un lapin tué 13 jours après l'injection dans la rate de $0^{mg},01$ de sulfate de radium présentait une radioactivité extrêmement intense.

Conclusion. — Le sulfate de radium injecté dans l'organisme des animaux ou de l'homme est arrêté dans les tissus vivants, où il séjourne pendant une durée pouvant atteindre au moins 67 jours.

Les principales zones d'arrêt sont :

1° Après injection dans le système veineux, le réseau capillaire sanguin du poumon, et, consécutivement, le réseau capillaire du rein;

2° Après injection dans l'appareil trachéobronchique, les interstices lymphatiques du parenchyme pulmonaire;

3° Après injection dans le tissu cellulaire sous-cutané ou le tissu musculaire strié, les interstices lymphatiques de ces tissus;

4° Après injection dans la rate, le parenchyme splénique.

La persistance du sulfate de radium dans la rate démontre que l'arrêt de ce corps dans les tissus vivants ne ressortit pas à un processus banal d'embolie, étant donnée la disproportion existant entre les grandes dimensions des lacunes veineuses de la rate et des veinules spléniques, d'une part, la petitesse des grains de sulfate de radium, d'autre part.

On ne doit pas non plus l'attribuer à l'obstacle apporté à l'élimination

du sel insoluble par les épithéliums d'organes excréteurs, mais à l'arrêt de ses particules :

1° Dans les réseaux capillaires sanguins et dans les interstices lymphatiques des organes les plus variés, où ils sont en partie inclus dans les macrophages de Metchnikoff;

2° A leur incarcération dans les éléments fixes du tissu conjonctif.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la théorie de l'excitation électrique.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

Nernst, en 1899, cherchant une explication de l'inefficacité physiologique des courants alternatifs à grande fréquence, fut amené à considérer l'excitation électrique comme dépendant de la polarisation des membranes cellulaires, qui sont hémiperméables. J'ai essayé l'année dernière de traiter quantitativement, suivant une conception dérivée de celle de Nernst, l'excitation par un passage unique de courant constant. Nernst vient de reprendre lui-même ce dernier problème (1). En suivant chacun une voie différente, nous arrivons à deux théories approximatives, dont les défauts sont pour ainsi dire complémentaires.

Théorie fondée sur le schéma d'un condensateur à fuite. — Une membrane hémiperméable laisse passer certains ions et non certains autres; sous l'influence d'un champ électrique ces derniers s'accumulent et donnent une polarisation, les autres conduisent le courant d'une façon permanente.

Pour traduire ce double phénomène, considérant surtout le point de vue électrique, j'ai supposé un condensateur de capacité K dont les lames seraient en communication permanente à travers une résistance ρ; si l'on met d'autre part ces lames en communication à travers une résistance R avec les pôles d'une pile de force électromotrice V, on trouve par le calcul qu'au temps t après la fermeture de ce circuit de charge le condensateur sera chargé à un potentiel

$$v = V\frac{\rho}{R+\rho}\left(1 - e^{-t\frac{R+\rho}{KR\rho}}\right).$$

(1) Nernst, *Götting. Nachricht., Math. Phys. Cl.*, 1899, p. 104. — *Zeitsch. für Elektrochemie,* 1904, p. 665. — Lapicque, *Soc. de Biol.*, 13 avril et 6 juillet 1907. — *Journ. de Physiol. et de Path. gén.*, 1907, p. 365 et 620. — Nernst, *Acad. des Sciences de Berlin,* 16 janvier 1908. — *Archives de Pflüger,* t. CXXII, p. 275.

Posons que le seuil de l'excitation sera atteint quand v aura une valeur fixe; nous trouvons que l'intensité *i liminaire* (juste nécessaire pour atteindre le seuil) sera donnée en fonction de t par une expression de la forme

$$i = \frac{\alpha}{1 - e^{-\beta t}}.$$

Telle est la formule que j'ai proposée *comme première approximation* pour la loi d'excitation en faisant remarquer expressément qu'elle n'embrassait pas toute la complexité du phénomène.

Théorie fondée uniquement sur la diffusion. — Nernst considère le changement dans la concentration de l'ion (ou du sel) qui ne traverse pas la membrane. La membrane est traitée comme une barrière absolue contre laquelle le courant vient, dans chaque unité de temps, déposer, par unité de surface, une certaine quantité de substance qui diffuse en sens inverse. L'équation différentielle de la diffusion étant la même que celle de la propagation de la chaleur, on peut se servir des intégrales établies pour ce dernier cas. Nernst obtient ainsi pour le changement de concentration C en fonction de la distance x à la membrane et du temps t depuis lequel passe le courant constant ($D =$ coefficient de diffusion, i, intensité du courant, m, constante) l'expression

$$C = 2mi\sqrt{\frac{t}{D}}f(y)$$

avec

$$y = \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \qquad \text{et} \qquad f(y) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}}e^{-y^2} - y\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_y^{\infty} e^{-z^2}dz.$$

A la membrane même, c'est-à-dire pour $x = 0$, $f(y)$ se réduit à $\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$ et

$$C = im\sqrt{\frac{t}{\pi D}}.$$

Posons que le seuil de l'excitation est atteint quand en ce point $C = k =$ const.; l'expression de l'intensité liminaire pour une durée de passage t sera de la forme $i = \frac{k}{\sqrt{t}}$.

Telle est la formule proposée par Nernst.

Comparaison des théories avec la loi expérimentale. — Depuis plusieurs années, j'étudie cette loi expérimentale sur des objets divers et dans des conditions diverses. Je crois maintenant connaître avec précision sa forme générale : celle-ci n'est pas simple; on peut rendre graphiquement sensibles ses détails intéressants en figurant, au lieu de la courbe i des intensités liminaires, la courbe it en fonction de la durée t. Dans une certaine partie moyenne, la courbe coïncide sensiblement avec la loi empirique antérieure-

ment proposée par Weiss, $it = a + bt$; elle s'incurve au-dessus de cette droite pour les temps un peu longs et au-dessous pour les temps très courts (cette dernière partie étant difficilement visible sur les nerfs et muscles rapides).

Ma formule rend compte très bien de l'inflexion à concavité supérieure; elle réalise cette condition essentielle que i tend rapidement vers une constante quand t grandit, mais elle donne des valeurs trop fortes quand t est très petit.

Avec la formule de Nernst, la fonction it est de la forme $K\sqrt{t}$, c'est-à-dire qu'elle est, en toutes ses parties, concave vers l'axe des t; elle rend compte ainsi de l'inflexion relative aux temps très courts, mais elle ne s'ajuste convenablement à aucune partie de l'expérience sur les nerfs rapides (ici les valeurs de i relatives aux temps courts sont intermédiaires aux deux formules); et i tend vers zéro quand t grandit indéfiniment.

On voit donc qu'une théorie complète doit tenir compte et de la diffusion et d'un autre phénomène tel que celui que j'ai représenté par une dérivation.

Principe d'une théorie nouvelle. — Mais la connaissance précise de la diffusion, comme nous la donne la belle étude de Nernst, permet de faire entrer dans la théorie un élément nouveau qui va prendre une importance considérable (je garde les formules de Nernst comme approximation de la théorie complète, dont l'expression mathématique serait, il me semble, d'une complication excessive).

Posons qu'au lieu de la valeur du phénomène à la membrane, ce qui importe c'est la *différence de concentration entre deux plans séparés par une distance* Δx, ou, pour simplifier, entre x_0 et x_1. Cette différence $C_0 - C_1$ nous sera donnée par l'expression

$$2im\sqrt{\frac{t}{D}}\left[\frac{1}{2\sqrt{\pi}} - f(y)\right];$$

y est ici de la forme (*constante* : $\sqrt{t}$), et, comme $f(y)$ est très petit tant que y a une valeur supérieure à 2, pour les passages très courts, les résultats seront pratiquement les mêmes qu'avec la formule de Nernst; des essais numériques font voir qu'ensuite la courbe it se rapproche beaucoup d'une droite; elle peut s'adapter remarquablement aux expériences, donnant

néanmoins pour t un peu grand des valeurs trop faibles qui exigent l'intervention de l'autre partie du phénomène.

Le véritable avantage de cette conception, c'est qu'elle permet d'expliquer comment le courant doit être plus intense pour être efficace, s'il croît progressivement, au lieu d'atteindre instantanément une valeur constante.

D'autre part, la notion expérimentale, sur laquelle j'ai insisté à diverses reprises, de la vitesse propre du nerf, est ramenée à une finesse de structure, à un Δx qui peut se calculer. On trouve pour cette longueur un ou plusieurs microns, suivant le nerf considéré.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Essai de séparation des substances hypertensives de l'urine normale.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Dans une Note récente nous avons montré que, parmi les matières de l'urine normale solubles dans l'alcool, se trouvaient une ou plusieurs substances organiques très peu dialysables, non retenues par le noir animal, non précipitables par l'acétate de plomb ni par le bichlorure de mercure, qui, injectées dans les veines d'un animal, déterminent en même temps qu'une forte excitation du centre respiratoire une élévation notable de la pression artérielle.

Nous sommes parvenus à séparer ces substances des matières inactives ou antagonistes par le procédé suivant :

1000^{cm^3} d'urine humaine sont additionnés de bichlorure de mercure en poudre jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On filtre. Le filtrat est traité par l'hydrogène sulfuré pour séparer l'excès de mercure. On filtre. Le liquide filtré est évaporé au bain-marie bouillant jusqu'à ce qu'il ne reste plus dans la capsule qu'une dizaine de centimètres cubes. Ce résidu fortement coloré et fortement acide est traité par 300^{cm^3} d'alcool absolu. On filtre. Le filtrat est évaporé au bain-marie bouillant jusqu'à disparition de l'alcool. Le résidu est alcalinisé d'abord par du bicarbonate de soude en poudre, puis à la fin par un peu de lessive de soude. Ce résidu alcalinisé est épuisé par plusieurs traitements à l'éther. Cet éther décanté est additionné avec précaution d'une solution éthérée saturée d'acide oxalique jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité ou de louche dans la liqueur. On filtre et le résidu retenu par le filtre est desséché à basse température sur l'acide sulfurique. Ce résidu très peu abondant et à peu près incolore est dissous dans 10^{cm^3} d'eau distillée (liqueur A).

L'éther filtré est évaporé à basse température et le résidu repris par 10^{cm^3} d'eau (liqueur B).

Si l'on injecte 5^{cm^3} de A dans les veines d'un chien, quelques secondes après l'injection on observe une forte excitation du centre respiratoire et en même temps une élévation durable et intense de la pression artérielle qui s'élève de 17^{cm}-18^{cm} Hg à 36^{cm} Hg. Deux nouvelles injections de 2^{cm^3} et de 3^{cm^3} de la liqueur A reproduisent les mêmes effets à l'intensité près.

Par contre, si l'on injecte le liquide B, on n'observe aucune action sur la respiration et la pression sanguine s'abaisse de 5^{cm} Hg. La pression demeure ainsi abaissée pendant une minute, puis se relève et atteint son niveau normal.

On peut donc extraire des urines par l'éther deux sortes de substances :

1° Des substances solubles dans l'éther, mais précipitables par l'acide oxalique qui sont énergiquement hypertensives;

2° Des substances solubles dans l'éther non précipitables par l'acide oxalique, et qui sont nettement hypotensives.

L'action hypertensive de l'extrait alcoolique d'urine nous paraît donc due à la prédominance des effets des substances du premier groupe sur celles du second.

MÉDECINE. — *Epithélioma claveleux et nature parasitaire du cancer.* Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

La *clavelée* ou variole ovine est le prototype de ces maladies que j'ai groupées depuis 1901 sous le nom de *Maladies à protozoaires* ou *Maladies bryocytiques :* variole, vaccine, fièvre aphteuse, rage, syphilis, maladie du jeune chien, *molluscum contagiosum,* cancer de l'homme (¹). Elle en synthétise les symptômes et les lésions, mettant en évidence les liens profonds qui unissent des maladies aussi dissemblables en apparence.

Étudiée plus particulièrement dans ses relations avec le cancer, la clavelée m'a montré qu'*il existe des virus qui provoquent des réactions inflammatoires de type épithélial pur susceptibles de revêtir la forme néoplasique* (²). Le virus

(¹) J'ai montré [*La syphilis* (*Centr. f. Bakter.*, 1906)] que les lésions des trypanomiases sont identiques.

(²) F.-J. Bosc., *Archiv. de méd. exp.*, 1901 ; *Presse méd.*, 14 février 1903 ; *Centr. f. Bakter.*, 1903.

claveleux peut, en effet, donner naissance à un *Épithélioma infectieux aigu :* à ce titre, la clavelée fait entrer le cancer dans le cadre des maladies parasitaires et doit faire penser à l'identité de nature des virus claveleux et cancéreux.

Or, le virus claveleux est un *parasite vrai de la cellule épithéliale,* qui présente une évolution schizogonique avec des formes extrêmement petites, invisibles, à côté de formes volumineuses : il a tous les caractères d'un Protozoaire et mes dernières recherches à l'aide du Giemsa m'ont permis de retrouver, avec des colorations électives, tous les stades que j'avais décrits et de découvrir, en outre, des *formes de conjugaison* (¹).

Les mêmes parasites existent dans les cellules cancéreuses ; j'ai décrit en outre des *formes sporulées,* à kystes volumineux, du parasite du cancer.

Mes recherches actuelles me font affirmer, à nouveau, que les parasites de la clavelée et du cancer sont des Protozoaires qui ne doivent pas être recherchés uniquement sous leur forme dite invisible, mais sous ces formes intracellulaires volumineuses qu'on s'acharne, bien à tort, à considérer comme des produits de dégénérescence.

La connaissance de ces parasites éclaire l'histogenèse du cancer :

Le parasite pénètre et vit dans la cellule épithéliale, en raison de son affinité spéciale, et excite longtemps sa nutrition avant de la tuer ; on a ainsi une prolifération intense de cellules hypertrophiées, qui ont perdu leurs fonctions propres et de plus en plus malades et qui aboutit à une néoformation désordonnée et pénétrante, à une néoplasie vraie. Si le parasite est très virulent (clavelée), la néoplasie a une édification rapide, mais ses cellules sont tuées de bonne heure et le parasite mis en liberté dans le sang, *à l'état nu* (infection générale), va faire proliférer pour son propre compte l'épithélium de chaque organe; si le parasite est peu virulent (cancer), la cellule a une longue période d'hyperactivité, n'est tuée que très tardivement à partir du centre, permettant une prolifération périphérique suffisante pour englober les parasites au fur et à mesure de leur multiplication, de sorte que, si la tumeur locale est très volumineuse, l'infection générale (carcinose aiguë généralisée) est très rare.

On peut en conclure : *que toute néoplasie claveleuse ou cancéreuse résulte d'un processus inflammatoire de type épithélial qui représente l'effort défensif de l'organisme pour emmurer le parasite dans son point d'inoculation ou d'attraction* (²);

(¹) Les recherches de Prowazeck viennent confirmer les miennes.

(²) La pustule d'inoculation et la pustule de généralisation sont similaires : la première résulte du transport direct exogène du parasite dans un point favorable ; la seconde résulte de l'attraction vers son point d'affinité (épithélium) des parasites libres dans le sang.

que la tumeur cancéreuse n'est qu'une pustule d'inoculation à développement indéfini.

L'*immunité* existe pour la clavelée, non pour le cancer; mais elle n'existe pas davantage pour la malaria ou la syphilis.

La *métastase* n'est pas davantage opposable à la nature parasitaire du cancer :

Toute cellule cancéreuse ayant une hyperactivité durable exclusivement adaptée à la défense contre des parasites déterminés et qui subissent son attraction, si une de ces cellules cancéreuses en karyokinèse et parasitée est emportée dans un ganglion, elle proliférera et englobera les parasites néoformés, mettant à l'abri les cellules propres de l'organe envahi, et produira une tumeur dont le type sera nécessairement celui de la tumeur primitive. La métastase diffère donc *essentiellement de l'infection généralisée : elle n'est qu'une greffe de cellules cancéreuses parasitées.*

La *nature protozoairienne* du cancer est encore affirmée par :

1° L'existence de tumeurs épithéliomateuses provoquées chez certains animaux par les sporozoaires dont ils sont porteurs : ainsi *Coccidium oviforme* produit dans le foie du lapin des lésions, non seulement d'adénome papillaire, mais d'*épithélioma vrai* (biliaire et trabéculaire), et l'on trouve dans ces tumeurs des formes évolutives de C. oviforme identiques aux inclusions du cancer et de la clavelée.

2° L'inoculation de *Monocystis* aux animaux provoque des néoformations dont les cellules renferment des stades évolutifs du parasite en tout semblables aux parasites du cancer et de la clavelée.

Le cancer est donc une maladie infectieuse à Protozoaires. Cette pathogénie m'a permis d'écrire, pour la première fois, un Chapitre d'*hygiène préventive du cancer :*

J'ai montré, avec faits à l'appui, le rôle joué par les animaux porteurs de sporozoaires (poissons, escargots, lapins, insectes), soit directement, soit par l'intermédiaire des poussières, de l'eau, des légumes, ou d'animaux piquants comme les mouches (Congrès de Moscou, 1908), et aussi l'importance du rôle de porte d'entrée joué par les orifices soumis à des traumatismes qui facilitent la pénétration des parasites.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *La septicémie tuberculeuse aiguë du cobaye.* Note de M. André Jousset, présentée par M. Roux.

Quiconque a voulu confirmer un diagnostic de tuberculose humaine par l'inoculation au cobaye s'est heurté à certaines difficultés dont la principale

est la mort prématurée des animaux inoculés avec les produits suspects. Le plus souvent ces décès anticipés qui se produisent en quelques jours privant l'expérimentateur du diagnostic demandé sont attribués à tort ou à raison à une infection aiguë par des microbes associés. Cette explication n'est plus de mise lorsqu'on expérimente non plus avec des humeurs ou des tissus morbides, mais avec des cultures pures de bacilles de Koch. Or, même dans ces conditions peuvent survenir des décès précoces qu'ont met alors sur le compte d'une intoxication.

En cherchant à élucider le mécanisme de ces morts inexpliquées nous avons vu qu'on pouvait à cette notion tout hypothétique d'intoxication substituer bien souvent la notion d'infection aiguë par le bacille tuberculeux lui-même.

Lorsqu'on pratique simultanément chez un grand nombre de cobayes une inoculation sous-cutanée de bacilles de provenance humaine prélevés sur une culture, la maladie expérimentale peut évoluer chez ces animaux suivant divers modes. C'est d'abord la forme nodulaire commune à marche chronique dite encore *type Villemin*, de beaucoup la plus fréquente, où les lésions bien visibles commencent par une adénopathie caséeuse satellite pour finir dans un délai de 2 à 7 mois par une éruption de tubercules généralisée à tous les viscères.

Puis une forme subaiguë sur laquelle M. Arloing attirait récemment l'attention, qu'on pourrait encore appeler *forme discrète*, *occulte* ou *histologique* de la tuberculose expérimentale, qui n'est en réalité que la forme précédente inachevée, où les lésions simplement ébauchées dans les ganglions et les viscères ne sont décelables qu'au microscope. Elle tue les animaux en quelques semaines. Cette forme est bien moins fréquente que la forme classique.

Enfin quelques rares animaux meurent plus rapidement encore, parfois en quelques jours avec un amaigrissement des plus marqués pouvant atteindre 45 pour 100 du poids initial. A l'autopsie, nulle lésion spécifique, ni chancre ni altération ganglionnaire ou viscérale, visible à l'œil nu ou au microscope; la rate n'est même pas très tuméfiée; il y a bien quelquefois une hémorragie péritonéale dont le point de départ semble être le foie; on peut aussi trouver de la congestion pulmonaire sous forme de placards ou de taches disséminés sans ordre; mais ces faits sont inconstants et paraissent en tous cas insuffisants à expliquer la mort. Ce qui constitue le fait essentiel et inattendu c'est la présence chez la plupart de ces animaux de bacilles de Koch dans le sang.

Cette bacillémie est d'ailleurs assez pauvre; elle n'en est pas moins suffisante, croyons-nous, à donner la clef des accidents mortels. Ajoutons qu'elle n'est pas seulement cadavérique; on la trouve également du vivant de l'animal, souvent dès les premières heures qui suivent l'inoculation sous-cutanée. On peut presque la prévoir en présence d'une cachexie rapide des animaux. Tout amaigrissement dont le taux quotidien atteint ou dépasse 2 pour 100 du poids initial doit la faire soupçonner et inciter à sa recherche.

Pour effectuer celle-ci, nous utilisons les méthodes d'investigation bactérioscopique suivantes :

Si le sang est coagulé, le caillot est examiné par *inoscopie*. Lorsque le sang est liquide, circonstance plus favorable, nous en prélevons $0^{cm^3},5$ qui sont immédiatement mélangés à 10^{cm^3} ou 12^{cm^3} d'un liquide chlorhydro-alcoolique :

Alcool à 25°..............................	500^{cm^3}
HCl à 22° Baumé........................	1^{cm^3}

dans lequel la dissolution des globules rouges et du protoplasme des globules blancs s'effectue parfaitement sans le moindre précipité albumineux et sans altération des bacilles. On retrouve aisément ceux-ci après centrifugation du mélange et double coloration du culot de centrifugation au milieu des noyaux leucocytaires.

Le contrôle par l'inoculation démontre bien qu'il ne s'agit pas de pseudo-bacilles tuberculeux. Il doit être pratiqué suivant le mode sous-cutané chez plusieurs cobayes et à des doses diverses. Par ce passage, on obtient soit une nouvelle septicémie aiguë sans lésion, soit une tuberculose nodulaire, mais à marche rapide avec des lésions viscérales et, en particulier, de la pneumonie caséeuse.

Telle est cette infection aiguë du cobaye par le bacille tuberculeux humain qui nous paraît avoir été méconnue jusqu'ici. Elle rappelle, par certains côtés, l'infection que provoquent le bacille aviaire et les bacilles homogènes de MM. Arloing et P. Courmont, infection désignée sous le nom de *type Yersin*, bien que dans ce type morbide on ait jusqu'ici surtout décrit des lésions viscérales légères, des abcès sous-cutanés au point d'inoculation, en somme, des cas de tuberculose discrète et subaiguë plutôt que des septicémies aiguës pures. Mais l'analogie est grande et peut fournir un nouvel argument aux partisans de l'unicité des deux races de bacilles.

Le déterminisme de cette variété de septicémie nous a jusqu'ici échappé. Elle s'observe inopinément, par séries, avec la plus grande irrégularité, même lorsqu'on opère avec la même souche de bacilles et des cobayes de même provenance et de même âge. Telles inoculations nous ont fourni

pour 100 animaux jusqu'à 15 morts par septicémie aiguë pour 5 inexpliquées, sans septicémie, 22 par tuberculose subaiguë et 58 par tuberculose chronique.

La forte proportion de cas aigus de cette série nous a paru tenir plus au mode d'inoculation qu'au degré de virulence de la culture elle-même ou à une réceptivité particulière des sujets d'expérience.

Il nous a paru, notamment, que les cultures inoculées sous forme d'émulsions fines et stables obtenues par porphyrisation prolongée dans des appareils spéciaux donnaient une grande proportion de résultats positifs.

Ajoutons que nous avons également rencontré cette forme d'infection bacillaire aiguë après inoculation de tissus ou d'humeurs de provenance humaine. Ces faits présentant une certaine importance clinique, il importait, croyons-nous, de signaler cette forme essentiellement dissimulée de la tuberculose expérimentale à l'attention des médecins.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Tubercules et tiges fossiles d'*Equisetum. Note de MM. **P.-H. Fritel** et **René Viguier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les lignites sparnaciens du département de l'Oise contiennent les restes d'un assez grand nombre de végétaux fossiles; les cendrières des environs de Noyon sont particulièrement riches en petits corps ovoïdes et en fragments de tiges côtelées qui se rencontrent dans les lits marneux désignés par les ouvriers sous le nom de *cordons*.

Ces restes sont entièrement pseudomorphisés par de la calcite, et parfois aussi minéralisés par de la marcassite. Les matériaux dont nous avons entrepris l'étude proviennent pour la plupart de Boucquy et de Muirancourt; ils appartiennent à la collection du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, et nous ont été obligeamment communiqués par M. Haug; d'autres échantillons sont dus aux récoltes de l'un de nous.

L'étude de ces végétaux nous a semblé particulièrement intéressante, car la conservation des échantillons de calcite nous a permis d'en entreprendre l'étude anatomique.

Les petits corps ovoïdes, examinés simplement par les caractères extérieurs, ont été

rapportés par Graves (¹) à l'*Equisetum stellare*, type de la collection de Pomel, qui, d'ailleurs, n'a jamais été décrit ni figuré par cet auteur.

Ces tubercules, de la taille d'une datte, portent à leur sommet la trace d'un petit nombre de folioles disposées en verticille; ils rappellent ainsi le fruit d'une plante à ovaire adhérent couronné par les sépales; aussi Heer (²) a-t-il cru y reconnaître les fruits d'une Rubiacée qu'il nomme *Gardenia Meriani*, et Schimper (³) adopte-t-il cette manière de voir.

L'étude anatomique nous a permis de reconnaître qu'il s'agissait là de tubercules renflés d'*Equisetum* tout à fait semblables par leur structure à ceux des espèces actuelles du même genre : la masse du tubercule était constituée par des cellules parenchymateuses à parois minces, tandis que vers la périphérie se trouvaient un certain nombre de faisceaux libéroligneux entourés chacun par une gaine de cellules endodermiques à cadres épaissis. Ce mode d'organisation est le même que celui décrit par Pfitzer (⁴) et par M. Leclerc du Sablon (⁵) dans les tubercules des *Equisetum* de nos contrées.

Les petites tiges cannelées qu'on trouve dans les mêmes gisements que les tubercules d'*Equisetum stellare* n'ont jusqu'ici fait l'objet d'aucune description. L'examen d'une section transversale de ces tiges permet de les rapporter, sans aucun doute possible, au genre *Equisetum* : on y observe la même écorce pourvue de grandes lacunes, le même endoderme externe formant un anneau festonné, les mêmes faisceaux libéro-ligneux avec lacunes formées aux dépens du bois primaire. L'endoderme interne manque, comme cela s'observe dans un certain nombre d'espèces actuellement vivantes.

Tout porte à croire que les tiges et les tubercules doivent être rapportés à la même espèce; mais, comme nous n'avons jamais observé de continuité entre ces deux sortes d'organes, nous donnerons à la tige, au moins provisoirement, le nom d'*Equisetum noviodunense*.

(¹) Graves, *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, 1847, p. 708.

(²) Heer, *Flora Tertiaria Helvetiæ*, 1859, p. 103.

(³) Schimper, *Traité de Paléontologie végétale*, t. II, p. 880.

(⁴) Pfitzer, *Ueber die Schuzscheide der deutschen Equiseten* (*Pringsh. Jahrb.*, 1867, t. VI, p. 335).

(⁵) M. Leclerc du Sablon, *Sur les tubercules des Equisétacées* (*Revue générale de Botanique*, 1892, t. IV, p. 97).

L'intérêt de cette Note est de préciser l'existence du genre *Equisetum* à l'époque sparnacienne en faisant connaître la structure de tubercules et de tiges d'espèces qui semblent identiques aux espèces actuelles par leur organisation et par leur mode de vie.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Utilisation des failles pour la détermination de la densité moyenne de la Terre.* Note de M. **A. Berget**, présentée par M. Deslandres.

On sait que la détermination de la densité moyenne de la Terre, détermination qui revient à celle de la constante K de la gravitation, peut se faire par des méthodes diverses : les unes sont des méthodes de laboratoire, comme celle de Cavendish, reprise et perfectionnée par Cornu et Vernon-Boys; les autres sont des méthodes qu'on peut appeler *géographiques* et utilisent l'attraction produite sur un corps mobile par de grandes masses naturelles, telles que des montagnes de forme et de nature connues. Bouguer et La Condamine ont, les premiers, tenté l'expérience en mesurant la déviation imprimée à la verticale par la masse du Chimborazo, et Maskelyne, plus tard, reprit, en la précisant, cette expérience, utilisant l'attraction du mont Shehallien.

La difficulté, dans ces utilisations des attractions de masses montagneuses, réside dans l'évaluation de la masse attirante, dans la détermination du centre d'attraction, dont la position doit être connue avec exactitude, la force étant en raison inverse du carré de la distance.

J'ai pensé qu'on pourrait, dans certains cas que les géologues signaleront aisément aux physiciens, employer la méthode géographique tout en simplifiant énormément le calcul de la masse naturelle attirante : il suffit, pour cela, d'utiliser les *failles*.

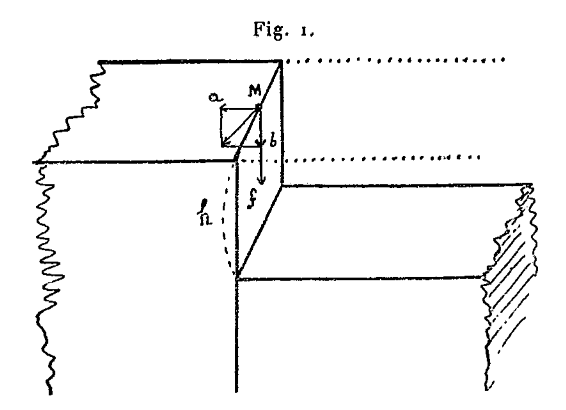
Considérons une faille, ou plutôt la partie émergée, constituée par le *rejet*. Nous pouvons, par la pensée, reconstituer la couche de terrain avant l'abaissement de la partie affaissée : elle formait alors une strate horizontale, d'épaisseur h, de densité Δ; si l'on place un corps de masse M au voisinage du niveau supérieur, assez près de ce niveau pour que sa distance à la surface de la couche soit négligeable par rapport aux dimensions horizontales de celle-ci, nous aurons, pour exprimer l'attraction f de la couche complète sur le corps en question, la formule

$$f = 2\pi \Delta h M \times K. \tag{1}$$

K étant la constante de la gravitation. Cette force est dirigée suivant la verticale passant par le centre de gravité du corps attiré.

Cela posé, imaginons que la moitié de la couche attirante s'affaisse pour constituer la faille, réalisant une cassure dirigée suivant un plan vertical. Supposons le point attiré M placé très près de l'arête supérieure de cette cassure. L'attraction ne sera plus dirigée suivant la verticale du point M, mais bien, par raison de symétrie, suivant une

Fig. 1.



droite bissectrice du dièdre droit ayant pour arête l'arête même de la faille, et sa valeur sera $\frac{f}{\sqrt{2}}$, en supposant que la distance du point M à l'arête soit très petite par rapport à la hauteur h.

Cette attraction se décompose en deux forces, toutes deux égales à $\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{f}{\sqrt{2}}$, c'est-à-dire à $\frac{f}{2}$, l'une horizontale a, dirigée perpendiculairement à l'arête, et l'autre verticale b. Le fil à plomb sera donc dévié d'un angle φ dont la tangente a pour expression le rapport de la force a au poids $P = mg$ du corps M, c'est-à-dire

$$\tang\alpha = \frac{\pi \Delta h \,\mathrm{MK}}{\mathrm{M}g} = \frac{\pi}{g}\Delta h\,\mathrm{K}.$$

On peut ainsi calculer la sensibilité de la méthode. Supposons $h = 100^{\mathrm{m}}$. Prenons pour densité moyenne de la roche, la valeur $\Delta = 2,5$, et admettons pour K la valeur $6,5 \times 10^{-8}$; g est égal à 981^{cm}. On a alors

$$\tang\alpha = \frac{3,14 \times 2,5 \times 10000 \times 6,5}{981 \times 100000000},$$

$$\tang\alpha = \frac{1}{192000}.$$

L'angle α a donc une valeur légèrement supérieure à 1″, pour une faille dont

le rejet aurait une hauteur verticale de 100^m, ce qui donnerait un peu plus de 5″ pour une faille de 500^m de hauteur (il en existe de cette importance).

Or cette sensibilité de 5″ d'angle est précisément celle qu'avait obtenue Maskelyne dans sa célèbre expérience du mont Shehallien, puisque la somme des deux déviations observées au nord et au sud de la montagne était de 11″. La montagne exerçait donc sur la verticale une déviation de 5″,5.

Cette déviation peut se déterminer par l'observation de la latitude à l'aide d'un instrument méridien, comme l'avaient fait Bouguer et Maskelyne lui-même. Mais les longs calculs de cubature et de prospection de la montagne, calculs qui, pour l'expérience de Maskelyne, demandèrent trois années de travail au géologue Hutton, sont, comme on le voit, extrêmement simplifiés par cette méthode. C'est ce qui m'a déterminé à la publier.

OCÉANOGRAPHIE. — *Étude des fonds marins de la baie de la Seine.* Note de M. J. Thoulet.

M. l'ingénieur hydrographe en chef de la Marine Driencourt a effectué pendant l'été de 1907, dans la baie de la Seine, une série de sondages et recueilli ainsi un nombre assez considérable d'échantillons de fonds sous-marins dont il a bien voulu me confier l'étude. Je m'en suis servi pour dresser la Carte lithologique détaillée de cette région.

On peut résumer cette lithologie de la façon suivante :

Les fonds de la baie de la Seine sont formés de minéraux provenant de la côte crétacée s'étendant au nord-est du Havre vers l'embouchure de la Somme et au delà, de la côte occidentale depuis la rive gauche de la Seine, le long du Calvados, de la presqu'île du Cotentin et de la Bretagne, et enfin de la Seine elle-même. Ils sont distribués sur le fond par les mouvements très complexes des eaux et les remous auxquels donnent lieu ces mouvements.

Les sédiments sont assez uniformes comme nature sinon comme dimensions. Ils sont constitués par des graviers et par des sables avec une quantité de vase faible en réalité et qui semble beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est réellement. Très noire, d'odeur infecte, elle est apportée par la Seine et elle est le résidu des égouts des villes de Paris et de Rouen dont la matière organique et le sulfure de fer se sont condensés autour de particules argileuses d'origine continentale qui leur servent de noyaux, tout comme les particules de suie condensent autour d'elles, dans l'air, les

particules de vapeur d'eau pour former certains brouillards. Composée surtout de sulfure de fer, elle contient du phosphore qu'elle apporte à la mer et qui se retrouve, par exemple, dans les formations de fer pisolitique que j'ai signalées au large de Newhaven, dans la Manche, et qui sont analogues aux couches de minerais de fer en grains de la Lorraine (¹). Le fait offre un intérêt pour expliquer la genèse de ces couches riches en phosphore. Les vases se coagulent et tombent sur le fond aussitôt leur contact avec les eaux salées; mêlées aux graviers et aux sables, elles recouvrent le sol sous-marin presque partout et principalement dans les localités de moindre agitation des eaux ou dans les centres de remous. A mesure qu'elles s'éloignent de terre, par réaction de leur sulfure sur le carbonate de chaux dissous, elles donnent naissance à du sulfate de chaux, à de l'oxyde de fer et perdent leur intense coloration noire. Par endroits, elles s'indurent et créent une véritable roche, onctueuse au toucher, noire quoique blanchissant un peu à l'air, à la fois calcaire, sulfureuse, ferrugineuse et argileuse, toute farcie de coquilles moulues. Traitée par l'acide azotique, cette roche fait une vive effervescence à cause des particules calcaires qu'elle contient, laisse un résidu de limonite jaune et, avec le molybdate d'ammoniaque, manifeste la présence du phosphore en quantité très abondante. Cette formation paraît permettre d'ajouter, au mode de genèse connu des nodules phosphatés par accumulation sur le fond de débris d'animaux marins tués par la rencontre d'un courant chaud et d'un courant froid, un second mode dû à l'apport de matière phosphatée d'origine organique par les eaux douces à l'embouchure des fleuves.

Le gravier est disposé de telle sorte que sa proportion varie, par places, de 1500 à 1 pour 100 de sable. Si l'on délimite graphiquement les aires d'égal pourcentage de gravier, on les trouve distribuées en trois zones, de plus de 500 pour 100, entre 500 et 50 pour 100 et moins de 50 pour 100, grossièrement concentriques, la plus riche en gravier formant à une douzaine de milles au large une bande dirigée de l'Est à l'Ouest, à peu près dans le sens et le prolongement du lit de la Seine près de son embouchure. Le gravier contient du silex, des nodules siliceux de la craie, quelques rares fragments de roches vertes d'origine bretonne, des coquilles entières ou brisées avec serpules et bryozoaires, des débris d'animaux divers et des algues calcaires rouges.

Les grains de sable arrivant des trois sources indiquées précédemment : côte Est, côte Ouest et Bretagne et Seine, sont du silex et des nodules siliceux de la côte Est, glauconie assez peu abondante apportée par le fleuve, quartz hyalin et cristallinique très arrondi et par conséquent d'origine lointaine, feldspath très rare, magnétite, grains d'amphibole de Bretagne très attaqués et très fins. En dernier lieu, venant de cette même région et probablement aussi du Morvan par la Seine, à en juger par l'extrême arrondissement et la petite taille de certains de ces grains, tourmaline médiocrement abondante quoique se rencontrant à peu près partout, staurotide, andalousite, corindon (rubis et plus rarement saphir), sphène, zircon assez rare, spinelle et surtout grenat remarquablement abondant, presque autant que dans l'Iroise devant Brest.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLV, 9 décembre 1907, p. 1241.

D'une façon générale, dans tous ces fonds, la proportion de carbonate de chaux varie de 64 à 4 pour 100 du sable; les zones isocalcaires sont grossièrement parallèles aux zones graveleuses, les plus riches en calcaire étant les plus éloignées de terre.

M. H. MASSE adresse à l'Académie un *œuf de poule ayant la forme d'une gourde.*

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 MAI 1908.

Aperçu sur les explorations scientifiques des mers et des eaux douces de l'Empire russe, par J.-M. SCHOKALSKY et P.-J SCHMIDT. (Exposition maritime internationale de Bordeaux, 1907. Section scientifique du Ministère de l'Instruction publique.) Bordeaux, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage de M. Jules Schokalski.)

Le Neptunisme, souvenir des leçons de mes maîtres Daubrée, Hébert, Stanislas Meunier, par A. LABAT. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1908; 1 vol. in-8°.

Statistique sanitaire de la France. 1re Partie : *Villes de 5000 habitants et au-dessus, année* 1906, 21e année. (Ministère de l'Intérieur. Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques, 5e Bureau.) 1907; 1 vol. in-8°.

Pyrenean Geology, by P.-W. STUART-MENTEATH; Parts I-VIII. Londres, 1907; 7 fasc. in-8°. (Adressé par l'auteur, avec 7 opuscules sur le même sujet.)

Die Blindenverhältnisse bei der Lepra, klinische Studien von Dr Med. LEYDER BORTHEN; mit 9 Textfiguren und 74 Photographien. Christiania, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Over den invloed der zelfinductie in telefoongeleidingen, door NICOLAS KOOMANS. Delft, 1908; 1 fasc. in-8°.

Over de toepassing van de centrifugaalkracht voor de scheiding en zuivering van ertsen en kolen, door JAN KAREL VAN GELDER. Gravenhage, 1908; 1 fasc. in-8°.

La energie naturali dell' atmosfera terrestre, studi e applicazioni di dinamica corpuscolare del Prof. Giuseppe Panzavolta. Forli, 1906; 1 fasc. in-12.

La soluzione dell' immenso problema dell ignoto, per G. Borredon. Naples, 1906; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de l'Université de Sophia, II, 1905-1906. Sophia, 1906; 1 vol. in-8°.

Annaes scientificos da Academia polytechnica do Porto; t. III, n° 1. Coïmbre, 1908; 1 fasc. in-8°.

Bollettino tecnico della coltivazione dei tabacchi, pub. per cura del R. Istituto sperimentale in Scafati; anno VII, 1908, n° 1. Scafati; 1 fasc. in-4°.

M. Vladimir Akimoff adresse une série de manuels, écrits en langue russe, pour les Écoles industrielles. 4 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1908.)

Page 977, ligne 6, *au lieu de*

Note de MM. H. Henriet et M. Bonyssy,

lisez

Note de MM. H. Henriet et M. Bouyssy.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la récente éruption de l'Etna* (*Taormina*, 15 mai 1908). Note de M. A. LACROIX.

Seize années se sont écoulées depuis la dernière éruption de l'Etna (survenue en 1892). C'est deux fois et demie l'intervalle moyen séparant deux éruptions complètes, d'après les statistiques correspondant aux 150 dernières années (Riccò). Les phénomènes d'activité assez intenses, se manifestant dans le cratère central depuis 1906, pouvaient faire penser qu'une éruption était prochaine. Elle vient de se produire, mais, contrairement aux probabilités, elle a été de peu d'importance et d'une brève durée; l'avenir dira si elle constitue un fait isolé dans l'histoire du volcan ou si elle n'inaugure pas plutôt un nouveau cycle d'activité, tel que l'Etna en a présenté tant d'exemples.

Quoi qu'il en soit, le siège de cette éruption se trouve dans une région distincte de celle où se sont produites les dernières grandes éruptions de 1883, 1886, 1892. Celles-ci ont eu lieu sur une même fente radiale partant du cratère et orientée Nord-Sud. L'éruption récente s'est produite sur le flanc sud-est de l'Etna, dans les escarpements qui dominent le fond du Val del Bove, et un peu au-dessous des bouches de l'éruption de 1819; sa fente caractéristique a une direction moyenne Nord-Ouest, son prolongement ne passe pas par le cratère central.

Succession des phénomènes de l'éruption. — Voici quelle a été la succession des phénomènes, d'après les renseignements que m'ont obligeamment

fournis MM. Ricco et G. Platania et d'après ceux que j'ai recueillis moi-même à Zafferana :

Le 29 avril, à partir de $5^h 20^m$ du matin, les instruments séismiques de l'Observatoire de Catania enregistrent de petits mouvements du sol, qui vont en s'accentuant jusqu'à $6^h 22^m$, heure de l'ouverture d'une fente excentrique sur laquelle se produisent des bouches éruptives. A $5^h 55^m$ un dégagement de vapeurs noires avait été constaté au cratère central. Pendant toute la journée celui-ci et les nouvelles bouches donnent des projections, dont l'intensité paraît avoir été alternante. Des cendres tombent sur le volcan et sont transportées par le vent jusqu'à Aci-Reale, entre $8^h 30^m$ et 11^h environ.

Deux courants de lave s'échappent de l'extrémité méridionale de la fente et viennent s'étaler, après s'être réunis, jusqu'à environ 4^{km} de leur point de sortie sur les laves du fond du Val del Bove. Leur marche a été rapide, car le 30 avril, à $10^h 10^m$ du matin, l'extrémité de la coulée n'avançait plus qu'avec une extrême lenteur; le lendemain, elle était virtuellement arrêtée.

Pendant cette même journée du 30 avril, le cratère a continué à donner des projections avec une intensité intermittente; la dernière de quelque importance a eu lieu à $5^h 20^m$ du soir. Quant aux bouches nouvelles, elles étaient à peine actives.

Depuis lors, le cratère central fumotte et les bouches récentes ne donnent que par intermittence d'imperceptibles bouffées de vapeurs.

La cessation de l'activité éruptive a été le signal de la reprise des tremblements de terre qui persistent encore aujourd'hui. Ils se font sentir sur le versant sud-est du volcan (Zafferana, Bongiardo, S. Venerina, etc.) jusqu'à Aci-Reale, avec assez d'intensité pour fissurer ou renverser des murs et effrayer les habitants, au point que beaucoup d'entre eux ont quitté leurs maisons et campent à l'extérieur.

Cette éruption qui, pour sa brièveté, peut être comparée à celle de 1883, est remarquable par le peu d'intensité et le peu de durée de ses phénomènes explosifs. Cette particularité a été très favorable à l'étude de la fente éruptive à laquelle je me suis plus spécialement attaché. Toutes les fois, en effet, qu'à l'Etna, les phénomènes explosifs se prolongent pendant quelque temps, et c'est le cas le plus général, les bouches qui s'ouvrent sur la fente ne tardent pas à se transformer en cônes plus ou moins réguliers, creusés d'un cratère, par suite de l'accumulation sur place des produits de projection. Dans le cas actuel au contraire, les phénomènes explosifs ayant cessé presque immédiatement, la fente et les bouches qui la jalonnent ont conservé leur forme

première et sont restées entièrement à découvert. C'est grâce aussi à la cessation complète des phénomènes violents que j'ai pu atteindre la fente, qui, par suite de sa position topographique sur une pente très raide couverte de neige, eût été inaccessible en toute autre circonstance.

Dans une série d'excursions fort pénibles, effectuées de Zafferana, en compagnie de M. G. Platania, il m'a été possible d'examiner à loisir la partie du volcan où se sont déroulés ces rapides phénomènes.

La fente. — La position de la fente est facile à définir, car elle est comprise entre deux accidents topographiques du flanc sud-est de l'Etna, célèbres par le grand nombre des dykes de laves anciennes qu'ils renferment : la Serra Giannicola picola au Nord et la Serra Giannicola grande au Sud. Sa direction est Nord-Ouest dans sa partie principale; mais, après avoir traversé la seconde de ces arêtes montagneuses, à un petit col (altitude environ 2275^m) situé entre les rochers Guardiano et Castello, elle se redresse un peu dans la direction du méridien. Sa longueur est supérieure à 1^{km} et l'altitude de son extrémité septentrionale avoisine 2500^m.

Sur sa portion principale, comprise entre les deux Serras, se sont ouvertes une série de bouches, qui n'ont été le siège que d'explosions ; il en existe au moins sept principales. Ce sont de grandes cavités grossièrement circulaires, rappelant celles produites par une explosion de dynamite. Leur profondeur est de 15^m à 20^m; leur diamètre, qui est variable, est en moyenne deux ou trois fois plus grand.

Elles sont en partie comblées par les débris de leurs parois entaillées à pic. L'une d'elles, de petite dimension, située au sud du col du Castello, montre sur une de ses parois la neige à vif sur environ 2^m de hauteur.

Les matériaux qui entourent ces bouches sont surtout des débris du vieux sol, mélangés à une proportion relativement peu importante de magma neuf. Les phénomènes explosifs, qui se sont produits par ces bouches, ont donc été surtout vulcaniens. Cependant M. Ricco m'a signalé que, le 29 avril à 3^h du soir, un observateur, placé au pied sud de la Montagnola, a vu des jets de feu s'élever de cette fente. Elle a donc été aussi le siège de projections stromboliennes. Actuellement, les bords des bouches éruptives et les fissures du sol qui réunissent celles-ci sont garnis de fumerolles acides, dont la température, là où j'ai pu la mesurer, ne dépasse guère celle de la fusion du zinc (412° C.)

La lave. — La lave est sortie par deux groupes d'ouvertures, situées à l'extrémité méridionale de la fente, c'est-à-dire dans sa partie la plus basse. Une première coulée, la moins importante, a longé le flanc nord de la

Serra Giannicola grande; son point de sortie se trouve au-dessous des bouches explosives situées sur la fente. Il correspond sans doute à une fissure radiale en relation avec celle-ci et ouverte dans les matériaux peu cohérents de cette partie de la montagne. La coulée la plus importante a été émise par l'extrémité même de la fente et sur le versant sud de la Serra Giannicola grande. Cette portion effusive de la fente longe très sensiblement l'un des dykes anciens du Castello. Elle est orientée presque Nord-Sud; elle est rectiligne et encore béante. Elle constitue un fossé d'une centaine de mètres de longueur ayant de 15^m à 20^m de largeur; ses parois sont entaillées à pic dans les tufs anciens ou limitées par le dyke du Castello.

La lave à surface très scoriacée remplit ce fossé jusqu'à environ 2^m de ses bords; ceux-ci sont recouverts par une sorte de bouclier de lave très scoriacée, se déversant vers l'extérieur et jouant le rôle de moraine latérale; il est parcouru par des fissures parallèles aux bords, d'où s'échappaient, le 10 mai, des fumerolles sèches, qui en rendaient l'abord difficile. Au moment de l'éruption, la lave ne s'est donc pas simplement écoulée vers le bas de la montagne par la fente largement ouverte, mais elle a en outre bavé de part et d'autre de la cavité béante. C'est grâce à ce phénomène que s'est produit, à l'est de la fissure, un rudiment de coulée, qui est venu encercler la partie supérieure d'un lambeau de terrain ancien (contenant un dyke), qui forme aujourd'hui un îlot au milieu de la lave récente.

Je n'entrerai pas dans le détail de la structure de la coulée qui, à la sortie de la fente, s'étale bientôt, enveloppe encore un îlot de terrain ancien, puis, après être descendue le long d'une pente atteignant localement 35°, arrive au pied de la Serra Giannicola grande, bordée par des moraines, qui diminuent à mesure que la pente devient moins forte. La coulée se répand ensuite au fond du Val del Bove sur une surface relativement plane, puis recouvre, sur une partie de leur trajet, les laves de 1819 et de 1852.

Les alentours de la fente effusive, dans un rayon d'environ 25^m, sont couverts de débris de magma neuf, sous forme de grosses bombes légères à cavités globulaires, de fragments contournés ou de morceaux informes, qui cessent brusquement. Ils sont le résultat de projections peu violentes, résultant d'explosions hawaïennes, plutôt que stromboliennes. Cette opinion peut s'appuyer non seulement sur leur structure et leur disposition sur le sol, mais encore sur une observation de M. G. Platania qui, regardant, des environs d'Aci-Reale, avec une longue vue, les bouches de sortie, a vu entre 8^h et 9^h du soir la lave s'élever de ce point en masses continues,

simulant le jet d'une fontaine, alors que de loin en loin apparaissait une gerbe de débris incandescents. Il est très vraisemblable que, si les phénomènes explosifs avait persisté pendant quelques jours sur cette fente, il se serait produit un cône de débris au point qui vient d'être étudié.

Il me reste à signaler sur l'un des îlots de terrain ancien épargné par la lave, l'existence d'une bouche ayant fourni, sans projections, un petit courant de lave se réunissant bientôt à la coulée principale. Il est intéressant en ce sens qu'il a été sans doute alimenté par une fêlure du sol, transversale à la fente principale, et traversant souterrainement un dyke ancien à peu près parallèle à celle-ci.

La lave récente minéralogiquement semblable à celle des éruptions précédentes, appartient d'une façon presque uniforme au type fragmentaire scoriacé, sauf vers l'extrémité de la coulée où, sur une petite surface, on distingue une structure cordée grossière, morcelée par le retrait. En ce point, la lave renferme d'énormes cavités bulleuses à parois stalactiformes. Cette structure fragmentaire, qui est celle que possédait la lave du 8 avril 1906 au Vésuve, s'explique bien par la rapidité avec laquelle s'est effectué l'épanchement, alors que les portions cordées résultent d'un éclusage produit au moment où la lave était près de s'arrêter.

Phénomènes d'érosion dus à la lave. — La coulée du nord de la Serra Giannicola grande, avant de venir s'accoler à la coulée principale, arrive brusquement sur un talus à pente extrêmement raide et y détermine des phénomènes d'érosion tout à fait curieux, car ils sont comparables à ceux que déterminerait dans les mêmes conditions un torrent boueux. Elle tombe tout d'abord en cascade; la pente étant trop forte pour que la lave ait pu s'y accumuler, la coulée s'amincit, mais, la pente diminuant bientôt, le courant a entamé le sol peu cohérent, s'y creusant ainsi un lit encaissé par des parois à pic qui peuvent atteindre 2^m de hauteur. Ce lit se distingue de la fente effusive décrite plus haut par sa sinuosité, par l'absence de produits de projections et de moraines sur ses bords. Un peu plus bas, la pente s'atténuant encore, ce lit devient de moins en moins profond, puis la lave s'étale en remblais à la surface du sol pour aller se réunir à la coulée principale. Les nombreux blocs de matériaux du vieux sol non transformés qui se trouvent à la surface de cette coulée s'expliquent facilement par les détails qui viennent d'être donnés.

Rareté des fumerolles. — L'une des particularités de cette éruption a consisté dans le peu d'intensité des fumerolles. Je n'ai observé le type à chlorure de sodium que sur les bords mêmes de la fente effusive. Sur la lave

elle-même se trouvaient quelques fumerolles alcalines à salmiac, très nettement délimitées et fort actives. Enfin j'ai signalé plus haut l'abondance des fumerolles acides sur le bord même des bouches explosives; je n'en ai pas vu ailleurs.

Relation des matériaux éruptifs et des névés. — La région de la fente et des parties hautes des coulées est encore couverte de neige. Celle-ci n'a été fondue qu'au contact immédiat de la lave. On peut la voir intacte à quelques mètres des coulées et j'ai relaté plus haut qu'une paroi d'une des bouches explosives est constituée par un névé, coupé comme à l'emporte-pièce.

Dans un rayon de plusieurs kilomètres, la neige est recouverte par des lapilli scoriacés très vitreux qui, à quelques centaines de mètres de la bouche effusive, forment une couche continue de plusieurs centimètres d'épaisseur. La structure de ces scories permet d'assurer qu'elles ont été rejetées à l'état incandescent et pâteux; leur refroidissement superficiel a été assez rapide et leur conductibilité assez faible pour ne pas fondre la neige. Les avalanches se produisant çà et là déterminent le mélange stable de ces matériaux d'origine si différente. Là où l'action du soleil est suffisamment énergique, la fusion de la neige s'effectue lentement. Les surfaces desséchées se couvrent ensuite d'enduits dus à la cristallisation des sels contenus par les cendres au moment de leur projection.

Je me propose de faire incessamment l'ascension du cratère central, pour étudier les modifications qu'il a pu présenter et surtout pour rechercher dans quelles limites il a contribué à fournir ces scories légères, qui se rencontrent dans le Val del Bove et qui pour l'instant me semblent provenir surtout des bouches ayant fourni la lave.

MÉMOIRES LUS.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les propriétés activantes des sérums d'animaux sains et d'animaux tuberculeux ou tuberculinés à l'égard du venin de cobra;* par MM. **A. Calmette**, **L. Massol** et **C. Guérin**.

Dans une Note précédente, en collaboration avec M. Breton (*Comptes rendus*, 30 mars 1908), deux d'entre nous ont indiqué que les sérums d'hommes ou de bœuf tuberculeux (non cachectiques) renferment une proportion d'un composé lécithinique décelable par la propriété que possède cette substance de conférer au venin de cobra le pouvoir d'hémolyser les globules rouges du

sang des différentes espèces animales, alors que le sérum des nouveau-nés ou des individus sains et celui des veaux indemnes de tuberculose est constamment inactif à l'égard du même venin.

Nous avons également montré que cette propriété activante de certains sérums pathologiques à l'égard du venin est bien due à la lécithine qu'ils renferment (probablement à l'état de lécithide d'albumine), puisque l'activation se manifeste aussi nette après qu'on a chauffé ces sérums à 58° pendant 1 heure, ou qu'on a pris soin d'annihiler, par l'addition d'une quantité suffisante de chlorure de calcium, l'action des acides gras activants que beaucoup de sérums normaux contiennent à l'état frais.

Nous nous sommes proposé d'étendre nos recherches dans le même sens en étudiant les sérums d'un grand nombre d'animaux de divers espèces, sains ou tuberculeux, et en cherchant à préciser l'influence de l'imprégnation tuberculinique sur les décharges de lécithine dans le sang.

Nos expériences ont porté sur le bœuf, le cheval, le mouton, la chèvre, le porc, le chien, le lapin, le cobaye et le rat.

La substance lécithinique que renferment les divers sérums peut être fixée *in vitro* par les bacilles tuberculeux et par les solutions de tuberculine précipitée à froid à 5 pour 1000.

La réaction d'activation s'observe et se mesure très aisément de la manière suivante :

Dans une série de tubes à essai A, B, C, ..., on met en présence $0^{cm^3},1$, $0^{cm^3},2$, $0^{cm^3},3$, ... du sérum à étudier, préalablement privé d'alexine par 1 heure de chauffage à 58°. On ajoute à chaque tube $0^{cm^3},5$ d'une émulsion à 5 pour 100 d'hématies de cheval, de bœuf ou de lapin, privées de sérum par trois lavages à l'eau salée à 8 pour 1000 et trois centrifugations successives.

Le tube A sert de témoin et ne reçoit pas de venin. Dans tous les autres tubes B, C, ..., on introduit avec une pipette graduée une dose uniforme de venin de cobra ($0^{cm^3},5$ d'une solution à 1 pour 5000, soit 1 dixième de milligramme).

On note le moment auquel l'hémolyse apparaît. Elle ne se produit pas dans le tube A et se montre d'autant plus rapidement dans les autres que la richesse du sérum en lécithine est grande.

En comparant l'activation produite par un sérum avec celle qui résulte du remplacement de ce sérum par $0^{cm^3},1$, $0^{cm^3},2$, $0^{cm^3},3$, ... d'une solution de lécithine à 1 pour 10000 [1], on peut titrer approximativement la richesse en lécithine du sérum expérimenté.

---

(1) On prépare cette solution de lécithine en dissolvant 1^g de lécithine d'œuf dans 100^{cm^3} d'alcool méthylique pur et en mélangeant 1^{cm^3} de ce liquide à 99^{cm^3} d'eau salée physiologique.

Nous avons pu constater ainsi que certains sérums renferment jusqu'à 0,2 pour 1000 de lécithine susceptible d'activer le venin.

Pour une même espèce animale, la richesse en lécithine est très variable. Elle paraît influencée par l'alimentation, le jeûne et surtout par les saignées successives.

Certaines espèces ont un sérum constamment lécithifère. Ce sont, dans l'ordre de richesse moyenne décroissante : le cheval, le chien, le rat, la chèvre, le mouton et le lapin.

Or ces espèces sont précisément les plus difficilement tuberculisables.

Par contre, le sérum de cobaye est très pauvre en lécithine; celui de porc, de veau et de bœuf sains et, ainsi que nous l'avons vu précédemment, celui de nouveau-né et d'homme sain, n'en renferment jamais. Ces espèces sont les plus facilement tuberculisables.

Il y a donc lieu de se demander :

1° Si la lécithine qui existe constamment dans le sang de certains animaux sains est susceptible d'être fixée ou déviée par les bacilles tuberculeux et par la tuberculine préparée à froid;

2° Si la tuberculisation ou la tuberculinisation artificielle des animaux dont le sang ne contient pas de lécithine peut faire apparaître celle-ci dans le sérum.

Pour répondre à la première question, nous mettons en contact, dans une série de tubes à essai, des mélanges de 1^{cm^3} d'une émulsion à 5 pour 1000 de bacilles tuberculeux (pesés à l'état sec) dans l'eau salée physiologique plus la dose du sérum à expérimenter qui s'est montrée capable d'activer, en 1 heure environ, $0^{cm^3},5$ d'une solution de venin de cobra à 1 pour 5000, ou bien 1^{cm^3} d'une solution à 5 pour 1000 de tuberculine préparée à froid avec la même dose de sérum. Les tubes sont portés à l'étuve à 37° pendant 2 heures et agités de temps en temps. On ajoute ensuite à chacun d'eux les globules rouges et le venin comme dans les expériences d'activation et l'on note, après des temps variables de 1 à 6 heures, si l'hémolyse se produit à la température du laboratoire.

En opérant ainsi, nous avons pu voir que, dans tous les cas, la lécithine normalement contenue dans le sérum de cheval, de chien, etc., était fixable par les bacilles tuberculeux et par la tuberculine.

La réponse à la deuxième question nous est fournie par les expériences suivantes :

Une génisse de 18 mois, race flamande, n'ayant pas réagi à la tuberculine et dont le sérum n'active pas le venin de cobra, reçoit, le 9 avril 1908, 5^{mg} de culture de tuberculose bovine (origine : lait de Nocard) dans la veine jugulaire. Dès le surlendemain de l'injection, sa température s'élève et oscille entre 39° et 40°,4. Après 2 et 5 jours son

sérum ne contient pas encore de lécithine. Le neuvième jour sa température s'abaisse, reste jusqu'au 1er mai (22e jour) entre 38°,5 et 39° et, pendant toute cette période, le sérum devient activant. A partir du 2 mai la température s'élève de nouveau et le sérum cesse d'activer. Le 8 mai, nouvelle chute de température coïncidant avec la réapparition de lécithine dans le sang. Le 15, la fièvre s'installe définitivement aux environs de 40°; l'animal présente tous les signes d'une infection granulique aiguë et le sérum n'active plus.

Une génisse de 2 ans, race bretonne, n'ayant pas réagi à la tuberculine injectée sous la peau le 17 février 1908, est saignée le 11 avril. Son sérum n'active pas le venin. On lui injecte ce même jour, dans la veine jugulaire, $0^g,50$ de tuberculine sèche préparée à froid, dissoute dans 20^{cm^3} d'eau salée physiologique : aucune élévation de température consécutive et son sérum reste inactif les jours suivants. Le 15 avril (4 jours après) on lui injecte de nouveau dans la veine jugulaire $0^g,50$ de la même tuberculine. Dès la quatrième heure sa température s'élève de 38°,6 à 40°,2. A la douzième heure, retour à la normale. Le surlendemain, 17, son sérum contient de la lécithine et reste très activant jusqu'au 25 avril. A partir de cette date la lécithine disparaît.

On voit donc :

1° Que l'infection tuberculeuse expérimentale réalisée par voie veineuse provoque une décharge de lécithine dans le sérum chaque fois que la température de l'animal s'abaisse; cette lécithine disparaît pendant les périodes fébriles;

2° Que l'injection intraveineuse de tuberculine chez un bovidé sain, répétée deux fois à 5 jours d'intervalle, produit le même résultat. Après la seconde injection l'animal réagit comme s'il était tuberculeux; son sérum devient fortement activant pendant une huitaine de jours, puis tout rentre dans l'ordre.

L'étude du sang d'autres bovidés tuberculeux et sains nous permet d'affirmer que, lorsque ces animaux sont porteurs de lésions tuberculeuses sans fièvre, leur sérum contient une substance lécithifère capable d'activer le venin de cobra; il semble que cette substance soit d'autant plus abondante que les lésions sont plus étendues. Par contre elle disparaît totalement chez les bovidés en hyperthermie et chez les cachectiques. Le sang des bovidés sainsn'en renferme pas.

CORRESPONDANCE.

M. E.-T. Hamy fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *La mission de Geoffroy Saint-Hilaire* (1808), *Histoire et Documents.*

La **Société portugaise des Sciences naturelles de Lisbonne** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion du décès de M. *A. de Lapparent.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

La distribution des étoiles par rapport à la voie lactée, d'après la Carte et le Catalogue photographiques du Ciel (zones de Paris, Bordeaux, Toulouse, Alger et San Fernando), par M. Paul Stroobant. (Présenté par M. B. Baillaud.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode de M. Goursat dans le problème de Monge.* Note de M. **P. Zervos.**

1. M. Goursat, dans le *Bulletin de la Société mathématique,* 1905, a examiné la question suivante :

Étant donné un système de Monge

$$f_i(x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}, dx_1, dx_2, \ldots, dx_{n+1}) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-1) \tag{1}$$

(où les f sont des fonctions homogènes par rapport à $dx_1, dx_2, \ldots, dx_{n+1}$) exprimer $x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}$ explicitement en fonction d'une variable auxiliaire t, d'une fonction arbitraire de ce paramètre et de ses dérivées successives jusqu'à un ordre déterminé.

M. Goursat donne une méthode très élégante relative à cette intégration. Je rappellerai ici quelques-uns de ces résultats de M. Goursat.

2. Ajoutons au système (1) la relation

$$dx_{n+1} = p_1\,dx_1 + p_2\,dx_2 + \ldots + p_n\,dx_n, \tag{2}$$

et éliminons, entre les relations (1) et (2), $n-1$ des rapports

$$\frac{dx_k}{dx_1} \qquad (k = 2, 3, \ldots, n+1),$$

on arrive à une équation pour déterminer le dernier rapport. Soit

$\sigma(p_1, p_2, \ldots, p_n, x_1, \alpha) = 0$ cette relation, où α désigne le dernier rapport. Si maintenant j'élimine α entre les relations

$$(3) \qquad \sigma = 0, \qquad \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha} = 0, \qquad \frac{\partial^2 \sigma}{\partial \alpha^2} = 0, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^{n-1} \sigma}{\partial \alpha^{n-1}} = 0,$$

j'obtiendrai des équations de la forme $F(x_1, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0$. Soient donc

$$(4) \qquad F_\lambda(x_1, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0 \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, n-1)$$

ces équations. Considérons maintenant $x_1, x_2, \ldots, x_n$ comme n variables indépendantes, x_{n+1} comme une fonction de ces n variables et $p_1, p_2, \ldots, p_n$ comme les dérivées partielles de x_{n+1}. Alors les relations (4) forment un système de $n-1$ équations aux dérivées partielles simultanées du premier ordre. C'est ce que j'appelle avec M. Goursat le système *associé* du premier système (1).

3. Si le système associé est en involution, alors pour avoir la solution cherchée du système (1), il suffit de prendre les équations

$$(5) \qquad V = 0, \qquad \frac{dV}{da} = 0, \qquad \frac{d^2 V}{da^2} = 0, \qquad \ldots, \qquad \frac{d^n V}{da^n} = 0,$$

où $V(x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}, a, b)$ est l'intégrale complète du système associé dans lequel on a substitué b par une fonction arbitraire de a.

En prenant pour base ces résultats du savant professeur, j'ai tenté de faire une étude de l'équation

$$(6) \qquad f(x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}, dx_1, dx_2, \ldots, dx_{n+1}) = 0$$

et, en particulier, j'ai étudié l'équation

$$(7) \qquad f\left(x_1, \frac{dx_2}{dx_1}, \frac{dx_3}{dx_1}, \ldots, \frac{dx_n}{dx_1}\right) = \frac{dx_{n+2}}{dx_1}.$$

4. On peut chercher à trouver une solution de cette équation dans laquelle les x s'expriment en fonction d'une variable auxiliaire, d'une fonction arbitraire de ce paramètre et de ses dérivées successives jusqu'à un ordre déterminé.

Imaginons pour cela qu'on ait adjoint à la relation (7) $n-2$ relations de la forme

$$(8) \qquad \frac{dx_\lambda}{dx_1} = \varphi_\lambda\left(x_1, \frac{dx_2}{dx_1}\right) \qquad \lambda = 3, 4, \ldots, n,$$

où les fonctions φ ne contiennent pas les variables $x_2, x_3, \ldots, x_{n+1}$ ni les rapports $\frac{dx_3}{dx_1}, \frac{dx_4}{dx_1}, \ldots, \frac{dx_{n+1}}{dx_1}$. Les relations (7) et (8) forment un système de $n-1$ équations de Monge, comme le système (1). Nous y appliquerons la méthode de M. Goursat. En posant $\frac{dx_2}{dx_1} = \alpha$, j'écris la relation qui correspond à la relation (2) sous la forme

$$(9) \qquad \frac{dx_{n+1}}{dx_1} = p_1 + p_2\alpha + p_3\varphi_3(x_1, \alpha) + \ldots + p_n\varphi_n(x_1, \alpha),$$

ou encore sous la forme

$$(10) \quad f[x_1\, \alpha, \varphi_3(x_1, \alpha), \ldots, \varphi_n(x_1, \alpha)] - p_1 - p_2\alpha - p_3\varphi_3(x_1, \alpha) - \ldots - p_n\varphi_n(x_1, \alpha) = 0.$$

Le premier membre, évidemment, est ce que nous avons appelé plus haut σ.

5. En différentiant successivement la relation (10) par rapport à α, on obtiendra le système intermédiaire (3). Je fais maintenant la remarque que les $n-2$ dernières de ces relations ne renferment pas les quantités p_1, p_2. Cette remarque me conduit à faire l'hypothèse qu'on peut faire l'élimination de α entre les relations (3) en remplaçant α par une fonction des quantités $x_1, p_3, p_4, \ldots, p_n$ dans la première, dans la deuxième et dans les $n-3$ des autres relations du système (3). Nous aurons ainsi $n-1$ relations de la forme suivante :

$$(11) \quad \begin{cases} p_1 + p_2 b + p_3\varphi_3(x_1, b) + \ldots \\ \quad + p_n\varphi_n(x_1, b) - f[x_1, b, \varphi_3(x_1 b), \varphi_4(x_1, b), \ldots, \varphi_n(x_1, b)] = 0, \\ p_2 + p_3 \dfrac{\partial\varphi_3}{\partial b} + \ldots + p_n\dfrac{\partial\varphi_n}{\partial b} - \dfrac{\partial f}{\partial b} - \dfrac{\partial f}{\partial\varphi_3}\dfrac{\partial\varphi_3}{\partial b} - \ldots - \dfrac{\partial f}{\partial\varphi_n}\dfrac{\partial\varphi_n}{\partial b} = 0, \\ \quad p_3 \dfrac{\partial^2\varphi_3}{\partial b_2} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \quad p_3\dfrac{\partial^{n-1}\varphi_3}{\partial b^{n-1}} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0, \end{cases}$$

où b désigne la fonction des quantités $x_1, p_3, \ldots, p_n$ qui remplace la quantité α.

6. Donc les relations (11) forment le système *associé*, si l'on considère les $x_1, x_2, \ldots, x_n$ comme des variables indépendantes, x_{n+1} comme une fonction de ces n variables et $p_1, p_2, \ldots, p_n$ comme des dérivées partielles de x_{n+1} par rapport à ces variables.

Pour obtenir l'intégration du système [(7), (8)] comme nous l'entendons, il suffit que le système (11) soit en involution, d'après ce qui précède.

7. Désignons par F_1, F_2, ..., F_{n-1} les premiers membres des relations (11). On voit immédiatement que toutes les parenthèses (F_γ, F_δ), où γ et δ peuvent prendre toutes les valeurs $2, 3, \ldots, n-1$, sont identiquement nulles, car on a identiquement

$$\frac{\partial F_k}{\partial p_1} = 0, \qquad \frac{\partial F_k}{\partial x_\lambda} = 0 \qquad (k = 2, 3, \ldots, n-1;\ \lambda = 2, 3, \ldots, n-1, n, n+1);$$

d'autre part

$$\frac{\partial F_1}{\partial p_1} = 1;$$

par conséquent, les parenthèses (F_1, F_k) se réduisent aux expressions $\frac{\partial F_k}{\partial x_1}$; d'où l'on conclut que, *pour que le système associé,* dans le cas considéré, *soit en involution,* il faut et il suffit qu'on ait identiquement

$$\frac{\partial F_k}{\partial x_1} = 0. \tag{12}$$

8. Un exemple où les conditions (12) sont évidemment remplies est celui dans lequel l'équation (7) est de la forme

$$f_1(x_1) + f_2\left(\frac{dx_2}{dx_1}, \frac{dx_3}{dx_1}, \ldots, \frac{dx_n}{dx_1}\right) = \frac{dx_{n+1}}{dx_1} \tag{13}$$

et les équations adjointes sont de la forme

$$\frac{dx_\lambda}{dx_1} = \varphi_\lambda\left(\frac{dx_2}{dx_1}\right) \qquad (\lambda = 3, 4, \ldots, n-1, n). \tag{14}$$

9. La vérification des conditions (12) dans le cas où le système dont il s'agit est le système [(13), (14)] est immédiate; car la fonction qui, *d'après notre hypothèse,* remplacera la quantité α ne renfermera pas la variable x_1 et l'on aura, d'autre part, $\frac{df}{d\alpha} = \frac{df_2}{d\alpha}$, le symbole a désignant la dérivation par rapport à α, la quantité x_1 considérée comme constante. Or la recherche d'un système qui, comme le système [(13), (14)] a la propriété d'avoir un système associé qui est en involution, se ramène à la recherche des solutions particulières d'un système d'équations aux dérivées partielles. Pour préciser ce que nous voulons dire, prenons l'équation (7) dans le cas où $n = 3$. Alors les conditions (12) se réduisent à une seule, $\frac{\partial F_2}{\partial x_1} = 0$ et, comme troisième relation du système (11),

on a la relation

$$(15) \qquad p_3 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha^2} + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha \, \partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} + \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha}\right)^2 + \frac{\partial f}{\partial \varphi} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2}.$$

Si l'on fait les hypothèses précédentes et si l'on appelle $b(x_1, p_3)$ la valeur de α définie par l'équation (15), on aura

$$(16) \qquad F_2 = p_2 + p_3 \frac{\partial \varphi}{\partial b} - \frac{\partial f}{\partial b} - \frac{\partial f}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial b}$$

et la condition $\frac{\partial F_2}{\partial x_1} = 0$ se développe, en ayant égard à l'équation (15), comme il suit :

$$(17) \qquad p_3 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial b \, \partial x_1} - \frac{\partial^2 f}{\partial b \, \partial x_1} - \frac{\partial^2 f}{\partial b \, \partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} - \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi \, \partial x_1} \frac{\partial \varphi}{\partial b} - \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \frac{\partial \varphi}{\partial b} - \frac{\partial f}{\partial \varphi} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial b \, \partial x_1} = 0.$$

10. Supposons que la fonction φ ne renferme pas la variable x_1 et cherchons la forme que doit avoir la fonction $f(x_1, b, \varphi)$ pour que la condition (17) soit remplie; dans ce cas la condition (17) se ramène à la suivante :

$$(18) \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial b \, \partial x_1} + \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi \, dx_1} \frac{\partial \varphi}{\partial b} = 0;$$

or cette condition est remplie si les fonctions $f(x_1, b, \varphi)$ et $\varphi(b)$ vérifient l'équation

$$(19) \qquad \frac{\partial f}{db} + \frac{\partial f}{d\varphi} \frac{d\varphi}{db} = A(b, \varphi),$$

où A est une fonction arbitraire des quantités b et φ [$\varphi = \varphi(b)$], ou encore si l'on a

$$(20) \qquad f(x_1, b, \varphi) = \int A[b, \varphi(b)] \, db + f_1(x_1),$$

où f_1 est une fonction arbitraire de la variable x_1 seulement.

Mais la fonction A étant supposée fonction arbitraire des quantités b et φ, la fonction $\int A[b, \varphi(b)] \, db$ peut être aussi considérée comme égale à une fonction arbitraire des quantités b et $\varphi(b)$, d'où la conclusion suivante :

Si l'on donne à la relation adjointe la forme $\frac{dx_3}{dx_1} = \varphi\left(\frac{dx_2}{dx_1}\right)$ *la condition* (17)

qui correspond au système de Monge

$$(21)\qquad \begin{cases} f\left(x_1, \dfrac{dx_2}{dx_1}, \dfrac{dx_3}{dx_1}\right) = \dfrac{dx_4}{dx_1} \\ \dfrac{dx_3}{dx_1} = \varphi\left(\dfrac{dx_2}{dx_1}\right) \end{cases}$$

sera remplie, dans notre hypothèse, si l'on prend pour f une fonction de la forme

$$(22)\qquad f_1(x_1) + f_2\left(\frac{dx_2}{dx_1}, \frac{dx_3}{dx_1}\right).$$

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Le problème général des probabilités dans les épreuves répétées.* Note de M. L. **Bachelier**.

A chaque épreuve n événements $A_1, A_2, \ldots, A_n$ peuvent se produire et s'excluent mutuellement; la probabilité de l'événement A_1 est $p_{1,1}$ à la première épreuve, $p_{1,2}$ à la deuxième, ..., $p_{1,\mu}$ à la $\mu^{\text{ième}}$; la probabilité de l'événement A_2 est $p_{2,1}$ à la première épreuve, $p_{2,2}$ à la deuxième, ..., $p_{2,\mu}$ à la $\mu^{\text{ième}}$, la probabilité de l'événement A_{n-1} est $p_{n-1,1}$ à la première épreuve, $p_{n-1,2}$ à la deuxième, ..., $p_{n-1,\mu}$ à la $\mu^{\text{ième}}$.

Quelle est la probabilité pour que, en μ épreuves, l'événement A_1 se produise

$$p_{1,1} + p_{1,2} + \ldots + p_{1,\mu} + x_1 \text{ fois;}$$

l'événement A_2,

$$p_{2,1} + p_{2,2} + \ldots + p_{2,\mu} + x_2 \text{ fois;} \qquad \ldots;$$

l'événement A_{n-1},

$$p_{n-1,1} + p_{n-1,2} + \ldots + p_{n-1,\mu} + x_{n-1} \text{ fois?}$$

Les quantités $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ sont les *écarts*. On suppose que, à chaque épreuve, il se produit nécessairement un des événements et un seul.

La probabilité pour que les écarts soient compris entre x_1 et $x_1 + dx_1$, entre x_2 et $x_2 + dx_2$, ..., entre x_{n-1} et $x_{n-1} + dx_{n-1}$ en μ épreuves est exprimée par la formule

$$\frac{e^{-\frac{\Sigma c_k x_k^2 + 2\Sigma g_{h,l} x_h x_l}{2M}}}{(\sqrt{2\pi})^{n-1}\sqrt{M}}\, dx_1, \ldots, dx_{n-1},$$

M désignant le déterminant

$$\begin{vmatrix}
\Sigma p_{1,i}(1-p_{1,i}) & \Sigma p_{1,i}p_{2,i} & -\Sigma p_{1,i}p_{3,i} & \Sigma p_{1,i}p_{4,i} & -\Sigma p_{1,i}p_{5,i} & \dots & \pm\Sigma p_{1,i}p_{n-1,i} \\
\Sigma p_{2,i}p_{1,i} & \Sigma p_{2,i}(1-p_{2,i}) & \Sigma p_{2,i}p_{3,i} & -\Sigma p_{2,i}p_{4,i} & \Sigma p_{2,i}p_{5,i} & \dots & \mp\Sigma p_{2,i}p_{n-1,i} \\
-\Sigma p_{3,i}p_{1,i} & \Sigma p_{3,i}p_{2,i} & \Sigma p_{3,i}(1-p_{3,i}) & \Sigma p_{3,i}p_{4,i} & -\Sigma p_{3,i}p_{5,i} & \dots & \pm\Sigma p_{3,i}p_{n-1,i} \\
\Sigma p_{4,i}p_{1,i} & -\Sigma p_{4,i}p_{2,i} & \Sigma p_{4,i}p_{3,i} & \Sigma p_{4,i}(1-p_{4,i}) & \Sigma p_{4,i}p_{5,i} & \dots & \mp\Sigma p_{4,i}p_{n-1,i} \\
-\Sigma p_{5,i}p_{1,i} & \Sigma p_{5,i}p_{2,i} & -\Sigma_{5,i}p_{3,i} & \Sigma p_{5,i}p_{4,i} & \Sigma p_{5,i}(1-p_{5,i}) & \dots & \pm\Sigma p_{5,i}p_{n-1,i} \\
\dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots & \dots\dots \\
\pm\Sigma p_{n-1,i}p_{1,i} & \mp\Sigma p_{n-1,i}p_{2,i} & \pm\Sigma p_{n-1,i}p_{3,i} & \mp\Sigma p_{n-1,i}p_{4,i} & \pm\Sigma p_{n-1,i}p_{5,i} & \dots & \Sigma p_{n-1,i}(1-p_{n-1,i})
\end{vmatrix}.$$

Les sommations s'étendent à toutes les valeurs $1, 2, \dots, \mu$ de i.

La somme $\Sigma c_k x_k^2$ désigne la quantité $c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 + \dots + c_{n-1} x_{n-1}^2$. La quantité c_k s'obtient en supprimant dans le déterminant M la $k^{\text{ième}}$ ligne et la $k^{\text{ième}}$ colonne.

La somme $\Sigma g_{h,l} x_h x_l$ désigne la quantité

$$g_{1,2}x_1x_2 + g_{1,3}x_1x_3 + \dots + g_{1,n-1}x_1x_{n-1} + g_{2,3}x_2x_3 + \dots + g_{n-2,n-1}x_{n-2}x_{n-1}.$$

La quantité $g_{h,l}$ s'obtient en supprimant dans le déterminant M la $h^{\text{ième}}$ ligne et la $l^{\text{ième}}$ colonne.

Si les épreuves sont identiques, les probabilités des événements A_1, A_2, ..., A_{n-1} étant $p_1, p_2, \dots, p_{n-1}$ à chaque épreuve, l'expression précédente se réduit à

$$\frac{e^{-\frac{1}{2\mu}\left[\frac{x_1^2}{p_1}+\frac{x_2^2}{p_2}+\dots+\frac{x_{n-1}^2}{p_{n-1}}+\frac{(x_1+x_2+\dots+x_{n-1})^2}{1-p_1-p_2-\dots-p_{n-1}}\right]}}{(\sqrt{2\pi\mu})^{n-1}\sqrt{p_1p_2\dots p_{n-1}(1-p_1-p_2-\dots-p_{n-1})}}\,dx_1\,dx_2\dots dx_{n-1}.$$

Cette formule particulière peut être démontrée par une méthode relativement élémentaire.

Dans le cas où, les épreuves n'étant pas identiques, on ne considère que trois événements A_1, A_2, A_3, l'expression de la probabilité des écarts se réduit à

$$\frac{e^{-\frac{x_1^2\Sigma p_{2,i}(1-p_{2,i})+x_2^2\Sigma p_{1,i}(1-p_{1,i})+2x_1x_2\Sigma p_{1,i}p_{2,i}}{2[\Sigma p_{1,i}(1-p_{1,i})\times\Sigma p_{2,i}(1-p_{2,i})-(\Sigma p_{1,i}p_{2,i})^2]}}}{2\pi\sqrt{\Sigma p_{1,i}(1-p_{1,i})\times\Sigma p_{2,i}(1-p_{2,i})-(\Sigma p_{1,i}p_{2,i})^2}}\,dx_1\,dx_2.$$

La démonstration de cette formule a été exposée dans mon Mémoire sur la *Théorie des probabilités continues* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906).

Les résultats précédents ne sont que des cas particuliers d'une théorie générale qu'il ne m'est pas possible de développer ici. Cette théorie permet

de résoudre tous les problèmes relatifs aux cas où les événements considérés ne s'excluent pas. Pour ne pas compliquer les formules, nous exposerons seulement le cas où il y a trois événements et où toutes les épreuves sont identiques; le problème s'énonce ainsi :

A chaque épreuve, trois événements A_1, A_2, A_3 *peuvent se produire; la probabilité pour que* A_1 *se produise seul est* p_1, *la probabilité pour que* A_2 *se produise seul est* p_2, *la probabilité pour que* A_3 *se produise seul est* p_3. *La probabilité pour que* A_1 *et* A_2 *se produisent simultanément est* q_3, *la probabilité pour que* A_1 *et* A_3 *se produisent simultanément est* q_2, *la probabilité pour que* A_2 *et* A_3 *se produisent simultanément est* q_1. *Il y a probabilité* r *pour que* A_1, A_2 *et* A_3 *se produisent ensemble, et probabilité*

$$t = 1 - p_1 - p_2 - p_3 - q_1 - q_2 - q_3 - r$$

pour qu'aucun des événements ne se produise.

A chaque épreuve, la probabilité de A_1 est donc $p_1 + q_3 + q_2 + r = \varpi_1$, celle de A_2 est $p_2 + q_1 + q_3 + r = \varpi_2$ et celle de A_3 est $p_3 + q_2 + q_1 + r = \varpi_3$.

Si, sur un grand nombre μ d'épreuves, A_1 s'est produit $\mu\varpi_1 + x_1$ fois, A_2 $\mu\varpi_2 + x_2$ fois et A_3 $\mu\varpi_3 + x_3$ fois, nous disons que les *écarts* sont x_1, x_2, x_3. La probabilité pour que les écarts soient x_1, x_2, x_3 en μ épreuves est exprimée par la formule

$$\frac{e^{-\frac{c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 + c_3 x_3^2 + 2 g_{1,2} x_1 x_2 + 2 g_{1,3} x_1 x_3 + 2 g_{2,3} x_2 x_3}{2\mu M}}}{(\sqrt{2\pi\mu})^3 \sqrt{M}} \, dx_1 \, dx_2 \, dx_3,$$

M désignant le déterminant

$$\begin{vmatrix} \varpi_1(1 - \varpi_1) & \varpi_1\varpi_2 - q_3 - r & -\varpi_1\varpi_3 + q_2 + r \\ \varpi_2\varpi_1 - q_3 - r & \varpi_2(1 - \varpi_2) & \varpi_2\varpi_3 - q_1 - r \\ -\varpi_3\varpi_1 + q_2 + r & \varpi_3\varpi_2 - q_1 - r & \varpi_3(1 - \varpi_3) \end{vmatrix}.$$

c_1 est le déterminant obtenu en supprimant dans M la première ligne et la première colonne; c_2 s'obtient en supprimant la seconde ligne et la seconde colonne; c_3 en supprimant la troisième ligne et la troisième colonne. $g_{1,2}$ s'obtient en supprimant dans M la première ligne et la seconde colonne; $g_{1,3}$ en supprimant la première ligne et la troisième colonne, et $g_{2,3}$ en supprimant la seconde ligne et la troisième colonne.

La théorie générale à laquelle je faisais allusion précédemment permet de traiter la même question, quel que soit le nombre des événements, et

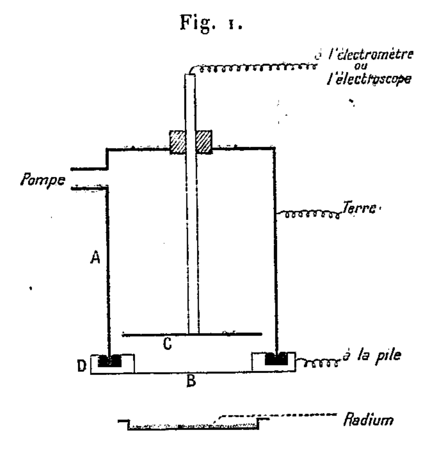
elle n'exige pas que les épreuves soient identiques; le problème qui consiste à déterminer les probabilités dans les épreuves répétées est donc résolu d'une façon complète et définitive.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les rayons secondaires des rayons α.* Note [1] de M. **William Duane**, présentée par M. Mascart.

Dans une Note précédente [2] j'ai décrit des expériences qui indiquent que la charge portée par les rayons α du radium s'arrête brusquement et sensiblement au même endroit où disparaissent les effets ionisant, photographique et phosphorescent.

J'ai fait d'autres expériences qui indiquent que les rayons α perdent leur pouvoir de produire les rayons secondaires à peu près au même point. Dans ces dernières expériences, je me suis servi de la même boîte en laiton A (*fig.* 1),

Fig. 1.



qui avait été employée dans les premières. Si le sel de radium est près de la mince fenêtre de mica B, les rayons α la traversent et frappent l'électrode métallique C. Ils produisent des rayons secondaires sur les surfaces du mica et de l'électrode. Il est facile de mettre en évidence lacharge de ces rayons secondaires, en faisant un bon vide dans la boîte A et en employant un électroscope de Wilson pour mesurer le potentiel de l'électrode C.

Soit a la charge positive apportée par seconde à l'électrode par les rayons α; soit s_1 la charge négative enlevée par seconde à l'électrode par les rayons secondaires sortant de sa surface, et soit s_2 la charge négative apportée à l'électrode par les rayons secondaires sortant de la fenêtre : alors

[1] Présentée dans la séance du 18 mai 1908.

[2] *Comptes rendus,* 11 mai 1908.

le courant total vers l'électrode est

$$i = a + s_1 - s_2.$$

On peut séparer les trois courants a, s_1 et s_2 en employant les champs électrique et magnétique. Un champ magnétique assez fort parallèle à la surface de l'électrode supprime s_1 et s_2 (voir la Note précédente). Un champ électrique, entre la fenêtre et l'électrode, produit en reliant l'anneau D (qui est isolé de la boîte A par de la cire) à une pile, arrête s_1 ou s_2, suivant son sens, et s'il est assez fort. Pour déterminer le courant s_1 dû aux rayons secondaires qui sortent de l'électrode, il suffit de mesurer : 1° le courant $(a + s_1)$ en supprimant s_2 avec un champ électrique; 2° le courant a en supprimant s_1 et s_2 par un champ magnétique. La différence entre ces deux courants est s_1.

Afin de déterminer l'intensité du champ électrique nécessaire pour arrêter tous les rayons secondaires s_2, le radium était placé à une distance de $1^{cm},4$ sous la fenêtre, et les courants étaient mesurés en chargeant la fenêtre à des potentiels positifs différents. Les courants obtenus sont les suivants :

Potentiels..	0	2	4	9,5	17	25	34	51	68	85	170	volts
Courant....	1,35	2,10	2,71	4,23	5,6	7,7	8,3	9,2	9,8	10,0	10,0	unités arbitraires

Il est évident que le courant reste constant, si le potentiel augmente de 75 à 170 volts, c'est-à-dire que 75 volts arrêtent tous les rayons secondaires s_2 (1).

Les nombres ci-dessus montrent aussi que les courants ne sont pas dus à une ionisation du gaz pouvant rester dans l'appareil car, dans ce cas, la saturation aurait été obtenue pour une très faible différence de potentiel.

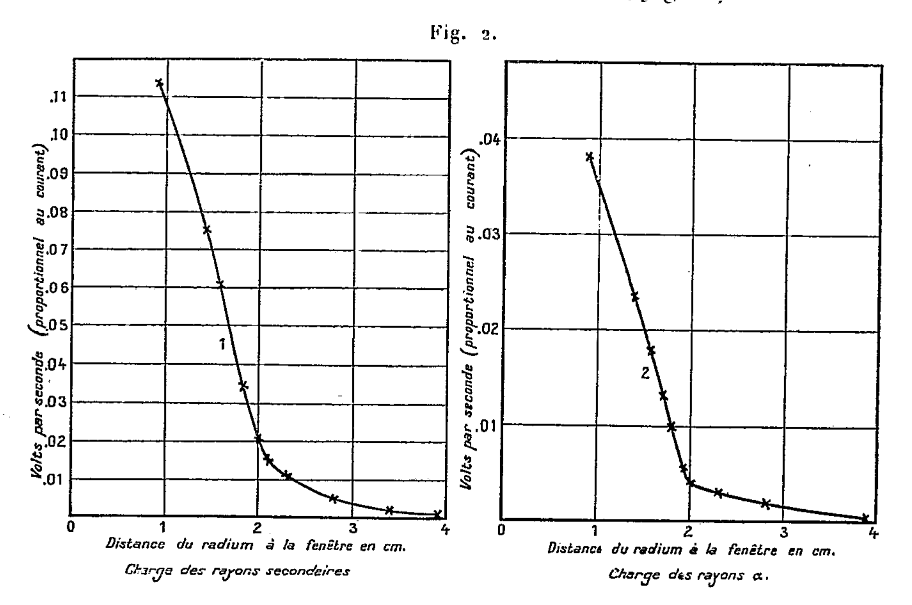
Afin de décider si le pouvoir de produire des rayons secondaires cesse au même point où s'arrête la charge, le radium était presque débarrassé de l'émanation et de l'activité induite (comme dans les expériences antérieures) et placé sous la fenêtre à des distances différentes. A chaque distance les courants étaient mesurés : 1° avec la fenêtre à un potentiel de +85 volts; 2° avec un champ magnétique de 2800 gauss. La différence des deux courants qui mesure la charge des rayons secondaires est représentée en fonction de la distance du radium à la fenêtre par la courbe I (*fig.* 2). Il est évident que *la presque totalité des rayons secondaires cesse de se produire quand le radium est éloigné de plus de* 2^{cm} *environ de la fenêtre;* cette distance est justement celle qui a été trouvée dans les expériences antérieures pour la charge des rayons α.

Pour obtenir une bonne comparaison, j'ai construit la courbe relative aux

(1) Il est possible que le courant s_1 soit augmenté par le champ électrique. Ce champ ne change pas a.

charges positives des rayons α, qui ont été obtenues au cours des expériences qui font l'objet de cette Communication (courbe 2, *fig.* 2).

Fig. 2.



A cause de la forme des courbes et à cause des courants dus aux rayons de l'émanation et de l'activité induite, il est difficile de déterminer la fin exacte du parcours. S'il y a une différence, le parcours est plus court pour la charge que pour le pouvoir de produire les rayons secondaires : mais, *en tout cas, la différence est petite.*

J'ai fait des expériences avec le polonium, qui ne produit pas d'activité induite ni d'émanation, mais les courants étaient si petits que les résultats ne furent pas concluants. J'espère reprendre les expériences avec du polonium beaucoup plus actif, pour décider s'il y a effectivement une petite différence, ce qui serait important au point de vue d'une hypothèse présentée par J.-J. Thomson ([1]).

ÉLECTRICITÉ. — *Différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux.* Note de MM. **C.-E. Guye** et **A. Bron**, transmise par M. Lippmann.

La plupart des expériences effectuées en vue d'établir une relation entre la différence de potentiel efficace, l'intensité et la longueur de l'arc alternatif entre métaux, ont conduit à des résultats discordants.

([1]) *Conduction of electricity through gases*, 1906, p. 360-373.

La raison de ces divergences doit être recherchée dans la complexité même du phénomène de l'arc alternatif et surtout dans la difficulté de préciser dans chaque cas particulier les conditions de stabilité, surtout s'il s'agit d'arcs longs et peu intenses.

L'étude que nous venons de terminer nous a montré que c'est en majeure partie à l'importance plus ou moins grande que prend dans l'arc alternatif la période d'extinction par rapport à celle d'allumage qu'il faut attribuer la diversité des résultats. En d'autres termes, *la différence de potentiel mesurée dépend dans de larges limites du degré de stabilité de l'arc*, à tel point que toute cause (pression du gaz, refroidissement, courant d'air, diminution de la self-induction ou de la résistance du circuit, etc.) qui tend à diminuer cette stabilité, c'est-à-dire, à prolonger la durée de l'extinction, se traduit immédiatement, comme il est aisé de s'en rendre compte, par une augmentation de la différence de potentiel efficace aux électrodes.

Le même défaut de stabilité, en produisant des extinctions momentanées, peut d'ailleurs entacher d'erreur les expériences effectuées sur l'arc à courant continu.

En disposant d'une énorme réserve de tension à circuit ouvert (20 000$^{\text{volts}}$ environ dans nos expériences), et en portant *les électrodes à une température voisine de leur point de fusion, nous avons obtenu des arcs d'une* extrême stabilité.

Dans ces conditions, la période d'extinction devient négligeable et les résultats expérimentaux sont d'une interprétation aisée et tout à fait conforme aux idées actuelles sur le mécanisme de l'arc. Nous avons en effet constaté qu'alors la *différence de potentiel, toutes conditions égales, tend vers une limite inférieure approximativement la même, quelle que soit la nature du métal des électrodes, à la condition qu'il soit peu volatil.*

Platine	472$^{\text{volts}}$	
Or	473	
Palladium	468	
Argent	477	
Cuivre (1)	(479)	
Nickel	472	-485$^{\text{volts}}$
Fer	477	
Aluminium	455	-500

(1) La plus grande divergence a été observée sur l'arc au cuivre pour lequel nous avons trouvé dans l'air 502$^{\text{volts}}$. Cette divergence peut être attribuée à la présence d'une couche d'oxyde qui recouvre les électrodes et qui augmente l'instabilité. En expérimentant dans l'azote, la différence de potentiel, quoique plus petite en valeur absolue, est presque la même avec le cuivre et le platine. Elle est, pour ces deux métaux, dans le rapport de 472 à 479. Le chiffre de 479 est donc un chiffre corrigé.

Le Tableau précédent résume une série d'expériences effectuées dans l'air (pression 40^{cm} de Hg) pour une distance d'électrodes de 4^{mm} et une intensité alternative $0^{amp},1$ (fréquence 50).

On voit que les différences de potentiel ne diffèrent entre elles que de quelques centièmes; seuls les arcs au nickel et à l'aluminium ne paraissent pas avoir atteint une stabilité complète.

En expérimentant dans les mêmes conditions sur les métaux qui dégagent d'abondantes vapeurs métalliques, la différence de potentiel est alors plus petite.

Nous avions en effet :

	volts	volts
Cadmium	340	-360
Zinc	285	-295
Magnésium	242	

Ces expériences nous paraissent fournir l'explication de bien des divergences obtenues antérieurement; elles sont en outre tout à fait conformes à la théorie actuelle de l'arc.

En effet si, d'une part, il est nécessaire que la cathode et, dans le cas de l'arc alternatif, les deux électrodes soient portées à l'incandescence, de façon à émettre les électrons nécessaires au maintien de l'arc, *c'est le milieu ionisé par leur choc qui intervient principalement dans la différence de potentiel et, dans le cas des arcs longs et peu intenses, ce milieu est sensiblement le même (air) quels que soient les métaux-électrodes, pourvu qu'ils soient peu volatils.* Abstraction faite des chutes anodique et cathodique, relativement peu importantes dans les arcs longs et de faible intensité, la différence de potentiel doit donc être à peu près indépendante de la nature des métaux-électrodes.

Il n'en est naturellement plus de même si le milieu qui sépare les électrodes est chargé d'abondantes vapeurs métalliques, comme c'est le cas avec les arcs courts et intenses ou même avec les métaux volatils.

Nos expériences, qui seront publiées en détail ailleurs, ont également révélé comme on l'a observé déjà pour les arcs courts et intenses, un minimum de la différence de potentiel lorsque la pression du gaz va en diminuant; ce minimum se produit dans l'azote comme dans l'air et, semble t-il, quel que soit le métal électrode.

Dans nos expériences, les pressions correspondant au minimum, étaient de l'ordre de 5^{cm} à 7^{cm} de mercure. Il semble donc qu'à partir d'une certaine raréfaction le nombre des molécules gazeuses interposées entre les électrodes n'est plus suffisant pour que l'ionisation puisse s'effectuer normalement et qu'il faille alors augmenter la différence de potentiel si l'on veut maintenir le même courant.

Fait digne de remarque, la loi de décroissance du potentiel avec la pression est rigoureusement linéaire, si l'on expérimente dans les conditions d'extrême stabilité.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'existence et l'origine des harmoniques dans l'étincelle de self-induction.* Note de M. G.-A. **Hemsalech**, présentée par M. E.-H. Amagat.

Dans une Note antérieure [1] j'ai exposé les résultats obtenus en photographiant sur une pellicule mobile des étincelles de self-induction; on faisait passer la lumière à travers un collimateur pourvu d'une fente, de sorte qu'on recevait sur la pellicule l'image de cette dernière.

Ce dispositif avait permis de révéler dans les oscillations la présence de stries équidistantes dont la fréquence représentait des rapports rationnels avec celle des oscillations de la décharge, et j'avais émis l'hypothèse que ces stries étaient produites par des oscillations d'ordre supérieur constituant des harmoniques de l'oscillation fondamentale.

Or, cette hypothèse a été déclarée fausse par MM. Battelli et Magri [2], qui, en se basant sur leurs propres expériences, ont donné une tout autre interprétation à ce phénomène. D'après ces auteurs, les stries que j'ai observées seraient dues à des expulsions irrégulières et parfois intermittentes des vapeurs métalliques. On verra dans la suite que cette interprétation ne peut aucunement s'appliquer aux stries que j'ai étudiées, et il est probable que le dispositif expérimental employé par MM. Battelli et Magri ne leur a pas permis de mettre en évidence le phénomène en question.

Pour étudier les oscillations supérieures, je me suis servi de deux méthodes différentes : la méthode photographique et la méthode du courant d'air.

La méthode photographique. — Cette méthode permet de suivre le développement des harmoniques dans chacune des oscillations fondamentales d'une même étincelle où leur présence est accusée par des stries régulièrement espacées. Ces stries sont causées par une augmentation momentanée de la luminosité des vapeurs métalliques, augmentation due au passage du courant de l'harmonique. On peut d'ailleurs, sur beaucoup de mes photographies, suivre les trajectoires de projection des vapeurs

(1) Hemsalech, *Comptes rendus,* t. CXLIV, 1907, p. 741.

(2) Battelli e Magri, *Atti R. Acc. dei Lincei,* t. XVI, 1907, p. 12.

métalliques et constater ainsi qu'elles sont très souvent indépendantes des stries dues aux harmoniques, ce qui indique que les stries, dans ces cas, sont produites par la propagation d'une luminosité dans la vapeur métallique. Il résulte de la différence d'inclinaison des deux courbes que la vitesse de cette luminosité est généralement uniforme et plus grande que la vitesse de projection de la vapeur métallique.

Il est avantageux d'employer comme électrodes des métaux dont les vapeurs sont riches en raies actiniques, tels que le magnésium; mais autrement la nature du métal employé n'influe pas sur la régularité du phénomène. Sans entrer dans les détails qui seront publiés ailleurs, il suffit de dire que les photographies furent mesurées à l'aide d'une machine à diviser et la fréquence des stries comparées à celle des oscillations. C'est ainsi que j'ai constaté que les chiffres représentant les rapports de ces deux fréquences se rapprochent des nombres entiers. Voici quelques chiffres obtenus pour la première oscillation de chaque étincelle : 4,05, 3,91, 4,08 et 4,04 avec des électrodes en cuivre; 3,11, 3,12, 3,05, 4,05, 5,06, 5,01, 10,07, etc. avec des électrodes en magnésium. Il est difficile de croire que ces résultats soient accidentels. Pour les autres oscillations d'une même décharge, les stries sont moins marquées et souvent difficiles à mesurer. Les nombres suivants représentent les rapports entre harmoniques et fondamentales pour différentes oscillations d'une même étincelle : première oscillation, 4,05; deuxième oscillation, 4,30; troisième oscillation, 6,95; huitième oscillation, 7,72; dixième oscillation, 8,02; vingtième oscillation, 7,95.

Méthode du courant d'air. — En employant le dispositif décrit antérieurement [1] on peut mettre en évidence l'existence des harmoniques d'une façon extrêmement nette. D'abord avec un courant d'air relativement faible, les oscillations fondamentales se séparent les unes des autres et forment une série de petits arcs lumineux. Si maintenant on augmente la vitesse du courant d'air, on voit les oscillations se décomposer à leur tour en les harmoniques qui les constituent. Ces harmoniques sont du même ordre que celles obtenues avec la méthode photographique. Or, j'ai démontré [2] que les oscillations obtenues de cette manière donnent le spectre de bandes de l'azote; par conséquent, leur visibilité est due à la luminescence de l'azote, luminescence provoquée par le passage du courant électrique.

Ainsi, avec cette méthode, la vapeur métallique n'intervient pas et *cette expérience établit d'une manière éclatante la réalité du phénomène.*

Influence d'un champ magnétique sur les oscillations. — Le dispositif à courant d'air est installé entre les pôles d'un électro-aimant de telle sorte que la direction du courant d'air soit perpendiculaire et les oscillations dans un plan parallèle aux lignes de force.

En établissant le champ, on constate que les oscillations fondamentales et supérieures sont fortement déviées de leur position et tendent à se placer

---

(1) HEMSALECH, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1103.
(2) HEMSALECH, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 1227.

dans un plan perpendiculaire aux lignes de force. Chacun des petits arcs lumineux se comporte, en effet, comme un fil métallique parcouru par un courant électrique. La traînée de vapeur métallique qui parcourt le champ magnétique perpendiculairement aux lignes de force n'est pas influencée dans ces conditions.

Influence des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer. — Lorsqu'on introduit dans la bobine de self-induction un cylindre en zinc, la fréquence des oscillations fondamentales est augmentée (1). J'ai pu constater que les harmoniques sont influencées dans le même sens et qu'elles gardent leur caractère comme telles. Les nombres suivants ont été obtenus pour leurs rapports : 4,91, 5,22 et 4,82. De la même sorte, l'introduction d'un cylindre en fer a pour résultat de supprimer les harmoniques aussi bien que les fondamentales.

Origine des harmoniques. — Des expériences récentes m'ont montré que les oscillations supérieures prennent naissance dans la bobine de self-induction insérée dans le circuit de décharge du condensateur et qu'elles sont régies par la nature de cette bobine. Ainsi une self-induction, constituée par un solénoïde d'environ 1^m de longueur et 20^{cm} de diamètre, donne des harmoniques bien développées avec deux couches de fil (254 tours par couche). Avec une seule couche de cette même bobine, les harmoniques deviennent très faibles par rapport aux oscillations fondamentales. Avec une bobine plate de 25 couches de fil (25 tours par couche) le phénomène n'a pas été observé. Un autre solénoïde de 12 couches (150 tours par couche) le montra de nouveau très bien.

MM. Caudrelier et Léauté ont repris ces expériences au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne, pour étudier la nature et la cause de ces harmoniques.

RADIOGRAPHIE. — *Sur l'impossibilité de diagnostiquer la mort réelle par la radiographie des organes abdominaux.* Note de M. **Maxime Ménard**, présentée par M. Edmond Perrier.

D'après M. Vaillant (2) le diagnostic de « la mort réelle peut être fait, quant à présent, par l'examen radiographique des organes abdominaux ».

(1) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1322.

(2) *Comptes rendus*, 18 novembre 1907.

Cette opinion a été contestée, mais dans une certaine mesure seulement, par M. Béclère [1] qui ne pouvait se prononcer en raison de sa documentation insuffisante.

J'ai fait, à mon tour, des recherches qui ont porté, d'une part, sur un enfant de 8 ans mort à la suite d'une fracture de la base du crâne, d'autre part, sur un intestin isolé extrait de la cavité abdominale.

1° *Sur l'enfant de* 8 *ans.* — J'ai procédé de façon à obtenir 9 épreuves en série, faites à intervalles différents à partir du moment de la mort jusqu'au lendemain, la technique étant la même.

Si nous considérons la radiographie n° 1 exécutée 5 minutes après l'arrêt apparent des mouvements respiratoires, nous apercevons au-dessus de la crête iliaque gauche une zone claire représentant une portion d'intestin rempli de gaz. D'autres espaces clairs se voient sur la radiographie, mais sans délimitation bien nette.

La radiographie n° 3 faite 1 heure 20 minutes après la mort nous montre les mêmes détails que précédemment tout en permettant en certains points d'entrevoir quelques anses intestinales. Ces dernières deviennent de plus en plus visibles à mesure que nous considérons les radiographies exécutées à une heure plus éloignée de celle de la mort. Si nous comparons, en effet, les radiographies 1 à 7 avec les radiographies 8 et 9 exécutées, la première 20 heures, la seconde 22 heures après la mort, nous remarquons sur ces dernières que les anses intestinales sont généralement visibles.

Doit-on considérer cette particularité comme étant un signe certain de la mort réelle? Tel n'est pas mon avis, car si je compare la radiographie n° 1 (cadavre d'enfant) avec celle (n° 10) d'une femme adulte vivante, je vois sur la radiographie de cette dernière plusieurs zones claires, dont une plus apparente que les autres zones qui, représentent des anses intestinales distendues par des gaz. Pour être visibles sur la radiographie d'un sujet vivant, l'anse intestinale et les gaz qui la distendent ne doivent pas changer de place. Or cette condition se trouve souvent réalisée sur le vivant et ne devient complète sur le cadavre qu'à une époque où les signes médicaux de la mort réelle existent et donnent des résultats moins discutables, bien plus certains que ceux fournis par la radiographie.

A la fin de la radiographie n° 4 tous les signes de mort réelle existaient et il m'est impossible de poser ce même diagnotic en examinant cette radiographie et en la comparant avec des radiographies de sujets encore vivants. *La radiographie permet*, je le répète donc, *de voir nettement l'intestin, mais à un moment où le diagnostic de mort réelle n'est même plus à poser.*

2° *Recherches sur un intestin séparé du cadavre.* — J'ai radiographié le

---

[1] *Comptes rendus,* 23 décembre 1907.

même intestin débarrassé par un lavage prolongé de tous les gaz qu'il pouvait contenir :

1° Sans être distendu, les parois étant accolées;

2° Distendu par insufflation d'air.

En comparant les épreuves obtenues dans ces deux cas, il est facile de se rendre compte :

1° Que l'intestin est bien plus perméable aux rayons de Röntgen quand il est distendu par l'air que s'il ne l'est pas, cela parce que les parois sont amincies;

2° Quant à la transparence de l'intestin, on ne peut l'expliquer, à mon avis, en supposant que les gaz de l'intestin par suite de leur rencontre avec les rayons X deviennent phosphorescents. Cette particularité se produirait-elle que la plaque sensible ne saurait être pour cela plus vigoureusement impressionnée. Cette phosphorescence n'engendrerait pas des rayons capables de traverser les téguments et le châssis séparant l'anse intestinale de la plaque sensible.

La conclusion qui me semble se dégager de mes expériences est la suivante :

Il est impossible, dans l'état actuel de la Science, de faire par la radiographie des organes abdominaux le diagnostic de la mort réelle.

CHIMIE. — *Contribution à l'étude des phénomènes d'oxydation produits par les acides iodique et bromique.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans tous les Traités de quelque importance parus dans ces trente dernières années, on trouve, reproduite successivement dans chacun d'eux, une réaction qui paraît singulière. D'après ces Ouvrages, qui ne donnent d'ailleurs aucune indication d'origine, le bromure d'argent en solution ammoniacale serait oxydé à 100° par l'acide iodique et *transformé en bromate d'ammoniaque* avec formation d'iodure d'argent.

De même avec le chlorure il y aurait formation de chlorate; seulement l'action n'aurait lieu qu'à une température sensiblement plus élevée.

Il est regrettable que cette réaction soit simplement sortie de l'imagination de son auteur, car elle donnait un procédé fort simple de séparation du chlore et du brome. Je n'en parlerai donc que pour remettre les choses au point.

Si, par ce procédé, le bromure et le chlorure d'argent peuvent être trans-

formés l'un et l'autre en iodure, c'est par suite d'un phénomène très différent. De plus, la transformation s'opère pour tous deux à même température et notablement supérieure à 100°. Enfin, il ne se forme ni acide chlorique ni acide bromique, quoique la réaction, dans tous ces Traités, y soit rapportée, à propos de l'acide bromique, comme un des modes de préparation de cet acide.

Une solution ammoniacale de chlorure ou de bromure d'argent chauffée à 100° avec de l'acide iodique ne donne en effet aucun dépôt d'iodure; il faut porter la température vers 200° pour avoir, pendant le refroidissement du liquide, une cristallisation un peu abondante d'iodure d'argent ammoniacal, en lamelles nacrées très réfringentes. En outre, à l'ouverture des tubes (froids, bien entendu), on constate toujours, là où il y a eu formation abondante d'iodure AgI, un léger dégagement gazeux inexplicable avec les données des auteurs. J'ai donc été conduit à étudier d'abord l'action de l'acide iodique, à différentes températures, sur une solution de gaz ammoniac.

Trois tubes, contenant chacun 45^{cm^3} d'ammoniaque ($d = 0,926$) et $1^g,1$ de IO^3H, ont été portés le premier 10 heures à 100°, le deuxième et le troisième pendant 5 heures, l'un à 150° et l'autre à 210°. Dans ce dernier seul, j'ai constaté une légère pression et la présence d'une notable quantité d'iodure d'ammonium, soit par acidification ménagée avec un acide dilué (*mise en liberté d'iode*, à cause de la présence d'un reste d'acide iodique), soit par l'action d'un sel d'argent (*précipitation de* AgI) après séparation de l'iodate par addition d'alcool. Même le tube, chauffé à 150°, ne contenait qu'une très minime proportion d'iodure.

Opérant de façon identique dans une seconde série d'expériences, mais avec addition de bromure d'argent en plus ($0^g,256$ dans chaque tube) le dosage, de l'iodure d'argent formé a donné, pour les trois essais faits à 100°, 150°, 210°, respectivement, $0^g,0006$; $0^g,0021$; $0^g,1760$ AgI; le brome du précipité, obtenu par neutralisation de l'ammoniaque, ayant été éliminé à chaud par le réactif sulfochromique.

L'accord est donc complet dans les deux cas.

D'après cette étude, c'est sur l'ammoniac que porte l'action oxydante de l'acide iodique, en donnant de l'eau, de l'iodure d'ammonium et de l'azote, ce qui explique le dégagement gazeux; et c'est l'iodure d'ammonium qui, en réagissant sur le bromure d'argent en solution, produit l'iodure d'argent, peu soluble à froid :

$$AzH^4IO^3 + 2AzH^3 = AzH^4I + 3H^2O + 2Az.$$

Restait à démontrer qu'il n'y a pas formation d'acide bromique. Cet acide ayant des propriétés oxydantes aussi nettes que l'acide iodique, il importait tout d'abord d'être fixé sur la stabilité du bromate d'ammonium dans les conditions précédentes et de vérifier qu'il n'est pas entièrement détruit, pour le cas où il s'en produirait. J'ai donc répété à 100°, 150°, 205°, avec l'ammoniaque et l'acide bromique, les expériences faites avec l'iodique.

L'acide bromique se comporte exactement comme l'acide iodique et les résultats sont en tous points comparables.

La pression gazeuse n'est appréciable que dans le tube qui a été chauffé à 205°, et les poids de bromure AgBr obtenus par addition de nitrate d'argent et saturation de l'ammoniaque par l'acide nitrique ont été fort différents dans les trois essais, soit sensiblement de même ordre de grandeur que les poids d'iodure obtenus avec l'acide iodique, mais sans que même à 205° en 5 heures la réduction de l'acide bromique soit totale. De telle sorte que s'il s'en formait dans l'action de l'acide iodique sur la solution ammoniacale de bromure d'argent on pourrait encore en retrouver en proportion appréciable à la fin de l'expérience. Or, dans les eaux mères des trois essais de la seconde série, séparées du précipité d'iodure et de bromure d'argent produit par acidification de la liqueur, on ne peut déceler la plus petite quantité d'acide bromique.

Traitons, en effet, ces eaux par un léger excès de nitrate d'argent, pour en séparer la plus grande partie de l'acide iodique; filtrons et lavons. Le bromate d'argent, s'il en existe, reste dissous surtout à la faveur du nitrate d'ammonium qui en augmente notablement la solubilité, sans favoriser celle de l'iodate. Puis par addition d'un peu de gaz sulfureux jusqu'à odeur persistante, les sels oxy-halogénés d'argent en solution (bromate et reste d'iodate) sont réduits et transformés en composés halogénés insolubles, qu'on recueille après avoir chassé l'excès de gaz sulfureux. Si l'on procède alors à l'attaque du précipité par le réactif sulfochromique (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 1219) à chaud dans l'appareil distillatoire antérieurement décrit, on doit retrouver dans le condensateur le brome provenant de l'acide bromique. Dans aucun cas, il n'a été possible d'y retrouver la plus petite trace de brome; il n'y a donc pas eu d'acide bromique formé.

Lors d'un essai fait à 210° avec le chlorure d'argent, il m'a été facile, par la même méthode, de reconnaître qu'il ne se forme pas non plus d'acide chlorique. Outre le chlorure d'argent non décomposé, on ne peut déceler que de l'iodure d'argent en quantité très notable et du chlorure d'ammonium. Pour le chlorure, comme pour le bromure, la réaction est régie par

l'action réductrice que le gaz ammoniac exerce sur l'acide iodique; aussi, à chaque température, le phénomène reste-t-il identique à lui-même pour le chlorure et le bromure d'argent.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode volumétrique permettant le dosage simultané de l'acide carbonique et des autres acides de l'air atmosphérique.* Note de MM. **H. Henriet** et **M. Bouyssy**, présentée par M. A. Haller.

L'air des villes contient fréquemment, outre de l'acide carbonique, une petite proportion d'acides divers : sulfureux, formique, etc. Il résulte de ce fait que le dosage de l'acide carbonique au moyen des alcalis peut être sujet à erreur. Il y a donc intérêt, non seulement à éviter cette cause d'erreur, mais encore à chercher à évaluer la proportion des acides que l'air peut contenir indépendamment de l'anhydride carbonique.

Nous sommes parvenus à résoudre très simplement le problème, en utilisant la méthode de dosage de l'acide carbonique publiée par l'un de nous ([1]), et qui consiste à faire passer l'air dans une solution de soude ou de potasse et à titrer ensuite cette solution au moyen d'acide acétique avec la phénolphtaléine comme indicateur. Dans ces conditions, le virage se produit dès que le carbonate existant dans la liqueur est transformé en bicarbonate et la différence entre les volumes d'acide acétique versés dans le liquide d'essai et dans celui qui sert de repère, permet de calculer la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air analysé.

Or, le volume d'acide acétique versé dans la liqueur d'essai est toujours inférieur à celui qui sature le repère et la différence des lectures correspond à la moitié de l'acide carbonique absorbé pendant le passage de l'air. L'acide carbonique étant le seul qui donne à la fois un sel neutre colorant la phénolphtaléine et un sel acide qui la laisse incolore, il s'ensuit que, pour tout autre acide, le volume d'acide acétique tenant lieu de lecture dans le titrage correspondra à la totalité de l'acide contenu dans l'air et non plus à la moitié.

Si donc on partage en deux le liquide alcalin dans lequel a barboté l'air et si l'on en titre une moitié comme il vient d'être dit, le volume d'acide acétique correspondant à la lecture devra être multiplié par 2 pour représenter l'acide carbonique total.

Si, dans l'autre moitié du liquide alcalin, on verse du chlorure de baryum, ce dernier transformera le carbonate alcalin produit en carbonate de baryum insoluble et l'alcali laissé libre et mesuré, sans décantation ni filtration préalable, au moyen de l'acide acétique, fournira sans qu'on multiplie par 2 (en ayant soin de faire un repère dans les mêmes conditions), une lecture qui correspondra à la totalité des acides de l'air, quels qu'ils soient.

([1]) H. Henriet, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 125.

De cette double opération il est facile de déduire le poids d'acide carbonique absorbé par la liqueur alcaline pendant le passage de l'air, ainsi que celui des autres acides.

En effet, exprimons d'abord les quantités qui vont suivre en acide acétique et soient : R, l'alcali libre total que contient le repère; c, la proportion de CO^2 que cet alcali renferme toujours; A, les acides de l'air autres que l'acide carbonique; C, l'acide carbonique atmosphérique; n, la lecture repère correspondant au premier mode de dosage; n', la lecture de la solution dans laquelle l'air a barboté; p, la lecture repère correspondant au second mode de dosage avec chlorure de baryum; p', la lecture de la solution carbonatée, traitée de la même façon.

On a évidemment, dans le premier cas,

$$R + \frac{c}{2} = n \qquad \text{et} \qquad R + \frac{c}{2} - A - \frac{C}{2} = n';$$

dans le deuxième cas,

$$R = p \qquad \text{et} \qquad R - A - C = p'.$$

De ces équations on tire aisément les valeurs de A et de C, qui sont respectivement

$$A = 2(n - n') - (p - p') \qquad \text{et} \qquad C = 2[(p - p') - (n - n')].$$

On voit de suite que, pour que A soit nul, il faut que

$$2(n - n') = p - p',$$

c'est-à-dire que la différence des lectures dans le premier cas doit être exactement le double de celle qu'on obtient dans le second cas. Quand il en est ainsi, la valeur de C devient

$$C = 2(n - n') \qquad \text{ou} \qquad C = p - p',$$

suivant qu'on emploie l'un ou l'autre mode de dosage [1].

On convertit ultérieurement les lectures en CO^2 quand elles sont relatives à ce gaz et l'on exprime les autres acides à volonté.

---

[1] Dans le titrage direct, sans chlorure de baryum, il faut avoir soin que le rapport de l'alcali carbonaté à l'alcali total ne dépasse pas $\frac{2}{5}$. Si l'on augmentait cette proportion, la méthode ne serait plus rigoureuse.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide tungstique et sa séparation d'avec d'autres corps, par l'emploi du mélange chlore et chlorure de soufre.* Note de M. F. **Bourion**, présentée par M. Le Chatelier.

Nous avons montré, M. Matignon et moi (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 760), que lorsqu'on fait agir le mélange gazeux chlore et chlorure de soufre sur l'acide tungstique, il se forme deux oxychlorures volatils $TuOCl^4$ et TuO^2Cl^2.

J'ai constaté, depuis, qu'il se produit une réaction analogue lorsqu'on fait agir le mélange gazeux sur différentes combinaisons de l'acide tungstique, et qu'elle permettait de séparer quantitativement le tungstène des substances qui l'accompagnent, dans un certain nombre de cas. Cette méthode est particulièrement applicable lorsque les substances qui accompagnent le tungstène ne sont pas altérées ou donnent des chlorures fixes, dans les conditions de l'expérience.

La substance à analyser est contenue dans une nacelle de porcelaine ou mieux de silice, placée à l'intérieur d'un tube de verre vert chauffé sur une grille à analyse. Entre le tube et l'appareil à chlore se trouve un ballon renfermant du chlorure de soufre qu'on chauffe très légèrement.

Le chlore ne doit, en effet, contenir que des quantités extrêmement faibles de chlorure de soufre. Si l'on négligeait cette précaution, une quantité considérable de soufre et d'acide sulfurique provenant de la décomposition du chlorure de soufre en excès par l'eau, destinée à arrêter les produits volatilisés, viendrait souiller ces derniers et rendre leur dosage difficile ou impossible.

Le tube, dont l'extrémité antérieure est en relation avec le générateur amenant le mélange gazeux, est légèrement recourbé à son autre extrémité qui s'engage dans une éprouvette contenant de l'eau.

Un tube de Will et Warentrapp, contenant également de l'eau, fait suite à celle-ci. La substance est d'abord chauffée, pendant environ 45 minutes, à une température de 180°-190°, puis pendant le même temps à une température de 220°-250°, et l'on achève la réaction en chauffant progressivement de 250° à 500°, pendant un temps qui varie de 5 à 15 minutes suivant les cas.

Lorsque l'opération est terminée, on pèse la nacelle qui renferme les produits fixes. S'il se trouve parmi ceux-ci un oxyde inaltéré, de la silice par exemple, mêlé à un chlorure soluble, on a son poids en le recueillant sur filtre, après épuisement par l'eau.

On lave le tube et l'on réunit ces liqueurs à celles que renferment les tubes absorbeurs; s'il reste de l'acide tungstique contre les parois du tube, on le dissout dans l'eau ammoniacale.

Ces liqueurs, toujours très acides, sont concentrées au bain-marie, puis traitées par l'acide azotique, pour détruire les sels ammoniacaux et transformer en acide sulfurique les produits d'oxydation inférieure du soufre, et finalement évaporées à sec au bain de sable pour chasser l'acide sulfurique libre.

Le résidu est repris par une dissolution de nitrate d'ammoniaque, lorsque l'acide tungstique est seul, et par une dissolution renfermant en outre de l'acide chlorhydrique lorsqu'il se trouve en présence de fer, comme c'est le cas dans l'analyse d'un wolfram. On sépare l'acide tungstique par filtration.

Tungstate de soude. — Avec le tungstate de soude $TuO^4Na^2 + 2H^2O$, on a trouvé :

Poids de substance analysé.	Poids du résidu de NaCl.		Na pour 100.		Poids de AgCl correspondant au résidu de NaCl.	
	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.
0,7235	0,2573	0,2565	13,98	13,93	0,6280	0,6311

Dans cette expérience, l'acide tungstique n'a pas été recueilli, mais les résultats qui suivent montrent que la méthode est parfaite pour le dosage de cette substance.

Acide silicotungstique : $SiO^2, 12TuO^3 + Aq.$ — La substance a été préalablement calcinée avant d'être analysée :

	Poids de substance expérimenté.	Poids du résidu de silice.		SiO^2 pour 100.		TuO^3 pour 100.	
		Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.
I..........	0,8510	0,0175	0,0179	2,07	2,11	»	»
II.........	0,6314	0,0127	0,0133	2,01	»	»	»
III........	0,8334	0,0179	0,0175	2,14	»	97,37	97,88

Pour obtenir des résultats exacts, il est nécessaire de calciner le résidu dans un courant d'air avant la pesée, parce que la silice retient une petite quantité de chlore et de chlorure de soufre.

Cette méthode, très précise, est beaucoup plus commode que la méthode au bisulfate ou celle au gaz chlorhydrique qui exige l'emploi d'un tube de porcelaine.

Silicotungstate d'ytterbium $(SiO^2, 12TuO^3)^3, 2Yb^2O^3 (Yb = 172,5)$:

Poids de substance analysé.	Résidu $3SiO^2 + 4YbCl^3$.		TuO^3.		TuO^3 pour 100.	
	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.
0,8627	0,1184	0,1199	0,7751	0,7732	89,84	89,63

Mélange de silice et d'acide tungstique. — Ce mélange a été obtenu en attaquant simultanément les corps préalablement pesés par du carbonate de soude, puis en les insolubilisant comme s'il s'agissait de la silice seule (Defacqz, *Comptes rendus*, 1896, p. 1288) :

Poids de SiO^2 initial.	TuO^3 initial.	Poids		SiO^2 pour 100.	
		de mélange expérimenté.	de SiO^2.	Observé.	Calculé.
0,0312	0,8147	0,7333	0,0286	3,84	3,83

Pour obtenir de bons nombres, il est nécessaire de chauffer plus longtemps à basse température que dans le cas précédent.

J'ai appliqué également l'application de la méthode à l'analyse du wolfram et de la scheelite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la triboluminescence des substances minérales.* Note de M. **Adrien Karl**, présentée par M. Haller.

La triboluminescence semble une propriété assez générale des solides. Beaucoup de substances minérales qui ne paraissaient pas présenter sensiblement cette propriété auraient été considérées comme triboluminescentes, si l'œil avait été sensibilisé avant l'opération par un séjour assez prolongé dans l'obscurité. C'est ainsi que j'ai pu observer la triboluminescence de l'oxyde de thorium, des acides titanique, tungstique, de la zircone, du sulfure de cadmium, etc.

Comme autre cause d'insuccès on peut encore signaler la résistance à l'écrasement. C'est le cas de la silice naturelle qui devient très triboluminescente si on la raye à l'aide d'une meule d'émeri. Et aussi la trop grande fragilité à laquelle on peut obvier en plongeant le corps à étudier dans l'air liquide, ce qui le durcit et permet d'observer la triboluminescence. Mais il

y a des corps qui, dans quelques conditions qu'on se place, ne sont pas triboluminescents.

J'ai reconnu que, de même que dans le cas élucidé par M. G. Urbain de la phosphorescence, le phénomène exige, pour se produire, la coexistence d'un diluant et d'un phosphorogène; pour qu'il y ait triboluminescence, il faut de grandes proportions d'un diluant et de petites quantités d'un triboluminogène.

Les corps purs ne sont pas triboluminescents. Un système triboluminescent conserve presque toujours sa propriété lorsqu'on l'engage sous des formes chimiques diverses. C'est ainsi que l'oxyde de zinc manganifère triboluminescent donne encore des produits capables de produire ce phénomène quand on le transforme en nitrate ou en sulfate. Mais le produit résultant de la transformation en fluorure ne présente pas cette propriété.

Une étude systématique de certaines séries de mélanges a démontré l'existence d'optima d'éclat correspondant à des quantités très différentes de constituants.

Systèmes.	Optima approximatifs.
TuO^3ZnS	$\frac{1}{1000}$ de Tu
(MnZn)S	$\frac{1}{800}$ de Mn
(BaZn)S	$\frac{1}{700}$ de Ba
(PbZn)S	$\frac{1}{500}$ de Pb
(UZn)S	$\frac{1}{200}$ de U

Si l'on cherche les optima de phosphorescence cathodique des mêmes mélanges, on trouve des proportions tout à fait différentes, ce qui conduit à considérer pour chaque corps actif une action triboluminogène distincte de son action phosphorogène.

La sensibilité de la triboluminescence est très grande pour certains diluants. Un fractionnement de six mois portant sur dix fractions de nitrate de zinc a affaibli considérablement les propriétés triboluminescentes du sulfure, mais n'a pas entraîné leur complète disparition. L'oxyde préparé avec la même fraction n'était plus du tout triboluminescent. En général, une purification suffisamment poussée permet de constater l'extinction totale; j'ai observé, en particulier, le fait pour un acétate d'urane qui s'était montré tout d'abord nettement triboluminescent.

Des quantités croissantes de triboluminogène diminuent l'émission lumineuse; il suffit d'ajouter du diluant pour rendre au phénomène son éclat maximum.

J'ai particulièrement étudié les mélanges où le diluant était le sulfure ou l'oxyde de zinc et où l'on variait le triboluminogène. Tous les modes de préparation qui ont pour résultat le mélange intime des constituants peuvent être employés.

Je citerai la précipitation simultanée toutes les fois qu'elle est possible, et l'évaporation à sec des solutions. J'ai porté ensuite le sulfure de zinc à haute température au four de Mermet dans un courant d'hydrogène sulfuré. Je me suis borné à chauffer les oxydes tantôt au four de Forquignon et Leclerc, tantôt au four à moufle. Les divers triboluminogènes employés ont été : l'argent, le plomb, le tungstène, l'étain, le bismuth, le cuivre, le cadmium, le nickel, le manganèse, l'uranium, le tantale, le niobium, le thorium, le fer, le chrome, le triconium, le baryum, le calcium, le vanadium, le praséodyme, le samarium, le dysprosium, le magnésium et le silicium.

La coloration de la lumière émise varie avec le triboluminogène; elle est, par exemple, bleue avec le plomb, orangée avec le manganèse. Le diluant a influé aussi sur la couleur de la lumière émise; ainsi dans le système (TiO^2, ZnO) la triboluminescence est violet pâle, avec (TiO^2, ZnS) elle est vert foncé.

Enfin, la coloration n'est pas forcément la même que dans le cas de la phosphorescence des mêmes mélanges.

La triboluminescence apparaît donc comme une propriété des solutions solides à un certain degré de dilution, elle est par là très analogue à la phosphorescence et obéirait d'ailleurs, d'après ce qui précède, à des lois semblables.

Je poursuis actuellement ces recherches.

ZOOLOGIE. — *Sur la nature syncytiale de l'intestin des* Rhabdocœles. Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

Tous les auteurs parlent de l'épithélium intestinal des Rhabdocœles. Dans le dernier travail paru sur l'embryogénie de ces animaux, E. Bresslau [1] qui d'ailleurs, a surtout étudié le développement du pharynx, dit que les cellules périphériques indifférenciées de l'embryon se rapprochent pour former un épithélium continu. Cependant la question de savoir si les *Rhabdocœles* ont une lumière intestinale a été discutée. Pour von Jhering [2], cette lumière fait défaut; cet auteur considère l'intestin comme

(1) *Zur Entw. der Rhabdocœlen* (*Zeitsch. f. w. Zool.*, 1899, p. 428).

(2) *Graffilla muricicola* (*Zeitsch. f. w. Zool.*, 1880).

une masse solide et, si dans la plupart des cas on y distingue une lumière, celle-ci serait produite par des ruptures résultant des méthodes de conservation. Cette conception de von Jhering a été discutée, notamment, par L. Böhmig [1] qui admet avec la majeure partie des zoologistes que, si l'intestin tantôt présente une lumière et tantôt n'en présente pas, cela tient à l'état de ses cellules épithéliales, suivant qu'elles sont gonflées par les aliments ou qu'elles ont diminué de volume sous l'influence du jeûne.

Mes observations permettent, je crois, de résoudre cette question; elles portent sur le *Proderostoma cardii* qui est voisin des *Graffilla*.

Quand, après la segmentation, le pharynx s'est constitué et que l'épiderme en voie de formation ne présente pas encore à sa surface les corpuscules basaux qui précèdent l'apparition des cils vibratiles, l'embryon est une masse pleine. Cette masse comprend les ébauches du cerveau et des yeux, quelques amas ventraux de cellules embryonnaires qui deviendront les ébauches des organes génitaux et des balles vitellines dorsales et centrales. Entre ces balles vitellines s'insinuent des blastomères migrateurs amœboïdes qui s'étendent à leur surface et sont identiques aux blastomères qui formeront les cellules conjonctives et très différentes, par contre, des cellules embryonnaires indifférenciées, ébauches des autres organes. Les cellules qui entourent les balles entrent en coalescence les unes avec les autres par leurs prolongements et forment un syncytium plurinucléé, dans les mailles duquel sont emprisonnées les réserves nutritives qui diminuent progressivement à partir du moment où se constituent les organes génitaux.

On voit donc que chez l'embryon : 1° l'intestin n'a pas de lumière; 2° le syncytium digestif ne peut être différencié du syncytium conjonctif que parce qu'il emprisonne dans ses mailles le reste du lécithe.

A aucun stade du développement l'intestin ne présente un épithélium. Chez l'adulte, cet organe est encore formé par un syncytium dans le réseau duquel le lécithe est remplacé par des vacuoles alimentaires et d'excrétion. Dans toute la masse syncytiale, sont irrégulièrement épars des noyaux qui sont identiques à ceux des cellules libres du mésenchyme, et dans les coupes il est parfois impossible d'établir une démarcation nette entre l'intestin et le tissu conjonctif ambiant, dont les prolongements sont en rapport avec ceux de l'intestin.

Celui-ci présente cependant chez les adultes une lumière tantôt réduite, tantôt très grande. Je ne puis pas admettre que cette lumière intestinale résulte d'un décollement produit par les réactifs, et cela pour plusieurs raisons. D'abord, s'il y avait rupture, on en trouverait bien la trace dans les coupes sous forme de trabécules protoplas-

---

(1) *Das genus Graffilla* (*Zeitsch. f. w. Zool.*, 1886).

miques, ou d'irrégularité dans le contour de la lumière, ce qu'on n'observe pas. Ensuite il y a l'examen du contenu de la lumière. Celui-ci consiste tantôt en granulations très fines ressemblant à un coagulum, et en tout semblables, par leurs caractères et leur mode de coloration, aux granulations qu'on observe dans l'estomac du *Cardium* où elles constituent la flèche tricuspide et le mucus dont vraisemblablement le *Proderostoma* se nourrit. Tantôt ce sont de petits grains d'excrétion parfois cristallisés et des petites sphères hyalines entourées d'une mince couche de protoplasme et contenant contre leur paroi interne un granule lenticulaire se colorant fortement par l'hémalun. On peut suivre dans le syncytium intestinal toutes les phases de la transformation des noyaux de l'intestin en ces sphères qui sont le résultat final d'une nécrobiose hyaline des noyaux. Ces noyaux dégénérés s'observent dans les cas où la lumière est grande. Certaines préparations montrent leur accumulation vers la partie centrale du syncytium et leur isolement par rétraction du plasmode. Ces granules, sur la nature desquels on n'était pas fixé, ont été observés chez d'autres *Rhabdocœles*. Je les ai vus notamment chez *Vortex viridis* où j'ai pu constater qu'ils sont vomis avec les parties indigestes, telles que les squelettes des Diatomées, à la suite d'un lavage de l'intestin que j'ai fait connaître depuis longtemps.

Quant à la perte de substance subie ainsi par le syncytium intestinal, j'ai la conviction qu'elle est compensée par les cellules libres du mésenchyme qui se multiplient par amitose et sont les éléments essentiels des phénomènes de rédintégration. Ces cellules migratrices s'observent en effet notamment à la périphérie du syncytium intestinal avec lequel elles sont souvent en contact. Il se produit donc une véritable rénovation de l'intestin.

On voit que von Jhering a raison en ce sens que l'intestin des *Rhabdocœles* est chez l'embryon un organe massif, et chez l'adulte un plasmode comme chez les *Acœles*. Une lumière n'en existe pas moins chez l'adulte, mais elle est une simple vacuole du syncytium.

Un fait important, c'est qu'il n'y a chez ces animaux aucune distinction, ni au point de vue histologique, ni au point de vue de l'origine, entre l'intestin et le mésenchyme. Il n'y a même pas trace du rudiment endodermique représenté chez les Triclades par les quatre cellules temporaires que j'ai fait connaître en 1887.

PHYSIOLOGIE. — *Action comparée de l'eau salée simple et des sérums artificiels à minéralisation complexe sur le sang et la circulation.* Note de M. C. FLEIG, présentée par M. Bouchard.

Introduits dans l'organisme, les sérums à minéralisation complexe dont j'ai antérieurement indiqué la composition provoquent dans le sang et le

système circulatoire des modifications plus marquées que ne le fait l'eau salée simple à 8 ou 9 pour 100. Les effets produits intéressent notamment la *coagulation du sang, le nombre des globules et diverses de leurs propriétés*, les variations de la *pression sanguine* et de l'*activité cardiaque*. Suivant les cas, j'ai utilisé les *petites injections répétées*, les *injections massives*, les *injections prolongées à vitesse lente*.

L'eau salée physiologique elle-même, ainsi qu'il résulte des travaux de Hayem, Faney, Fourmeaux, Tuffier, augmente déjà la coagulabilité du sang. L'hémorragie en nappe produite par la section transversale d'un muscle diminue nettement et s'arrête même sous l'influence d'injections d'eau salée simple faites par diverses voies. J'ai recherché ce que produiraient dans ces conditions les injections de sérums artificiels à minéralisation complexe.

Chez le lapin, l'*hémorragie en nappe produite par la section du grand fessier* s'arrête spontanément au bout de 20 minutes en moyenne (des pinces étant posées sur les artères de calibre suffisant); si, 3 minutes après qu'elle a commencé, on injecte dans les veines 10^{cm^3} à 15^{cm^3} d'eau salée à 8 ou 9 pour 100, on la voit 5 à 8 minutes plus tard diminuer et s'arrêter; mais, *si au lieu d'eau salée simple on injecte des sérums artificiels à minéralisation complexe, et notamment des sérums contenant une proportion élevée de sel de chaux* (1,5 *à* 3 *pour* 1000), *les mêmes effets se produisent déjà* 1 *minutes* 15 *secondes à* 4 *minutes après l'injection*. De plus, si le sérum est administré préventivement, l'hémorragie capillaire de la surface de section est faible et moins marquée que si l'on a injecté de l'eau salée pure. Cette action pourrait être utilisable dans des hémorragies de diverse nature, et même avant certaines interventions chirurgicales, *à titre préventif*, lorsqu'on a à redouter les hémorragies en nappe. Dans le cas de l'eau salée simple, lorsqu'on pratique l'injection pendant l'hémorragie, si au lieu d'employer de petites quantités de sérum on injecte des *doses massives* (100^{cm^3} chez le lapin), on n'obtient *pas d'effet hémostatique;* l'excès de pression momentané et la dilution trop grande de la masse sanguine ainsi réalisés peuvent expliquer le fait. Dans le cas de sérums à minéralisation complexe au contraire, on peut, dans les mêmes conditions, obtenir souvent l'effet hémostatique. Ces divers résultats sont fournis par les moyennes d'expériences faites soit sur des lots de lapins comparables, soit, ce qui les rend plus démonstratives encore, sur un même animal utilisé à des époques différentes.

Le mécanisme de l'action hémostatique relève à la fois d'une *augmentation de coagulabilité du sang* et de *modifications vaso-motrices*. L'eau salée physiologique augmente *in vivo* la coagulabilité; mais l'augmentation est beaucoup plus intense pour les sérums complexes. Cette différence est d'ailleurs beaucoup plus accentuée encore sur le sang étudié *in vitro*. D'autre part, l'intervention d'une action vaso-constrictive est beaucoup plus facile à

mettre en évidence pour les sérums à minéralisation complexe fortement calcique que pour l'eau salée ordinaire : pour celle-ci, la hausse de pression est toujours nulle ou insignifiante, tandis que pour les autres sérums elle est infiniment plus nette et prolongée. L'addition à ces sérums eux-mêmes d'une proportion convenable de *sérum sanguin* (10 à 20 pour 100) augmente encore leur effet hémostatique; le sérum sanguin agit, lui aussi, par un double mécanisme, à la fois, selon nous, sur la *coagulation* et sur le *système vasculaire* par les *vaso-constrictives* qu'il contient.

L'action des sérums artificiels à minéralisation complexe sur les *globules rouges* est un autre indice de leur supériorité vis-à-vis de l'eau salée simple. Des numérations quotidiennes de globules faites comparativement chez des lapins ayant subi des saignées assez abondantes et soumis à des injections consécutives répétées des divers sérums montrent que *le taux normal des globules se rétablit plus vite sous l'influence des sérums complexes que de l'eau salée*. De plus, la *résistance globulaire* (méthode de Hamburger) reste moins diminuée dans le premier cas que dans le second.

Les mêmes sérums complexes exercent sur les globules rouges dépouillés du sérum sanguin par centrifugation et lavages successifs (et conservés *in vitro* à basse température) une *action moins altérante que la simple eau salée*: les globules s'y laquent moins vite et peuvent être réinjectés dans le torrent circulatoire sans se détruire, après un temps de séjour hors du corps plus long que s'ils eussent été conservés dans l'eau salée (conséquence de la différence de résistance globulaire).

Pour les effets sur la pression sanguine, les sérums à minéralisation complexe se comportent à peu près comme l'eau salée lorsque la pression est normale; ils ne l'augmentent nettement que s'ils contiennent une proportion élevée de sel de calcium. Mais *les effets diffèrent surtout lorsque la pression a été préalablement abaissée,* par une saignée, par exemple : dans ce cas, un sérum complexe ne contenant qu'une faible proportion de sel de chaux a, en général, une action hypertensive déjà plus marquée que l'eau salée simple ; mais le sérum dont la teneur en sel de chaux est élevée a une action plus manifeste encore. Il est capable, notamment, de ramener la pression à la normale, employé à des doses très inférieures à celles qui seraient nécessaires pour produire le même résultat avec l'eau salée. La même différence dans l'intensité d'action se retrouve encore si les injections sont faites chez des animaux infectés (hypotendus par vaso-dilatation d'origine toxique).

L'*activité cardiaque*, enfin, est accrue fortement par les injections de sé-

rums à minéralisation complexe et à proportion de chaux élevée, tandis qu'avec l'eau salée elle n'est modifiée qu'avec l'emploi de très fortes doses. Ces conclusions sont basées sur des expériences faites chez le lapin ou chez le chien, soit sur le *cœur isolé du corps*, en circulation artificielle, soit sur l'*animal entier*; dans ce dernier cas, on appréciait l'intensité des contractions du cœur sur la courbe de la pression sanguine ou sur la courbe obtenue en enregistrant les variations de la pression intra-péricardique au moyen d'un tube rigide lié sur le péricarde et relié à un tambour de Marey.

PHYSIOLOGIE. — *Action des acides sur la coagulation du lait par les présures végétales*. Note (1) de M. C. Gerber, présentée par M. A. Giard.

Des recherches antérieures nous ont permis d'établir que l'addition de sels neutres de potassium et de sodium, en quantités croissantes, à du lait emprésuré par des sucs végétaux, active d'abord la caséification (doses faibles), la ralentit ensuite (doses moyennes), puis l'accélère de nouveau (doses fortes).

Nous avons montré que l'accélération primitive est ordinairement marquée, dans le cas des présures animales, par la précipitation de la chaux, qui est beaucoup plus nécessaire au fonctionnement de celles-ci qu'à celui des présures animales. Mais, pour faire apparaître cette accélération, il suffit de remplacer les sels neutres par les sels acides. Aussi avons-nous pu généraliser la loi d'action que Duclaux, Lörcher, etc. (présures animales) et Javillier (présures végétales) considéraient comme spéciale aux sels des métaux du groupe du calcium et opposaient à celle des métaux du groupe du potassium. Elle semble bien régir tous les sels solubles capables, à une certaine dose, de précipiter les substances protéïques du lait.

Cette dernière propriété appartenant aussi aux acides, nous nous sommes demandé s'ils n'obéiraient pas à la même loi. Il est vrai que les recherches de Duclaux, Arthus, etc. (présures animales) et Javillier (présures végétales) montrent que les acides sont accélérateurs à toute dose; mais ce dernier auteur a opéré avec du lait bouilli, et l'action retardatrice des albuminoïdes du lait coagulables par la chaleur, si marquée pour les présures végé-

(1) Présentée dans la séance du 18 mai 1908.

tales, nous donnait l'espoir de mettre cette loi en évidence en nous adressant au lait cru emprésuré par des sucs végétaux :

1° Avec les présures végétales qui, à toute température, coagulent plus difficilement le lait cru que le lait bouilli (et c'est la grande majorité), tous les acides sont retardateurs à doses faible et moyenne, accélérateurs à forte dose (1er Tableau, *Coronilla juncea* L.);

2° Pour les présures végétales avec lesquelles la coagulation du lait cru est plus difficile que celle du lait bouilli, uniquement aux températures élevées, il n'y a que les acides organiques possédant plus de deux fonctions acides qui soient retardateurs dès le début (acide citrique) (1). Les acides organiques à deux fonctions acides font apparaître, à faible dose, une phase accélératrice qui diminue d'autant la phase retardatrice suivante (acide succinique) (1).

Secondes nécessaires à la coagulation du lait, à 40°, par le suc de *Coronilla juncea* L., en présence des acides

Hydrogènes milligr. acides par litre de lait.	citrique.		succinique.		butyrique.		phosphorique.		chlorhydrique.	
	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.
0......	2390	5490	2870	5040	2930	4320	5340	7680	5120	7500
2,5....	2420	5180	3080	4290	3100	3420	5450	7260	5610	6570
5......	2440	4960	3360	3480	3400	2640	5560	6960	6080	5200
7,5....	2490	4750	3660	3010	3800	2200	5650	6540	6840	4140
10......	2550	4570	3870	2680	4200	1440	5760	6040	8260	3010
12,5....	2650	4320	4310	1780	4600	820	5880	5400	9450	2040
15......	2780	3960	5050	1410	5150	390	5980	4920	11300	770
17,5....	2895	3600	5920	1040	5320	200	6060	4440	12300	440
20......	3020	3300	6160	650	5390	100	6140	4080	11200	100
22,5....	3120	3020	6280	290	5330	30	6240	3540	8160	40
25......	3250	2700	6140	130	5140	(2)	6360	3120	6480	(2)
27,4....	3360	2410	5820	50	4540	»	6490	2460	(2)	»
30......	3480	2120	5215	(2)	4100	»	6600	1960	»	»
32,5....	3590	1820	4520	»	3600	»	6870	1440	»	»

(1) La seconde phase accélératrice (doses fortes d'acide) n'apparaît pas ici, car la coagulation de la caséine par les acides seuls se produit dès que celle-ci subit, aux températures élevées (55°), du fait de ces acides, une modification, si légère soit-elle, dont la persistance, aux températures moyennes (40°), rend le lait plus facilement caséifiable.

(2) Coagulation sans présure.

Secondes nécessaires à la coagulation du lait, à 40°, par le suc de *Coronilla juncea* L. en présence des acides

Hydrogènes milligr. acides par litre de lait.	citrique.		succinique.		butyrique.		phosphorique.		chlorhydrique.	
	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.	Lait cru.	Lait bouilli.
35......	3670	1515	3960	»	1720	»	7100	980	»	»
37,5....	3780	1200	3640	»	(1)	»	7310	660	»	»
40......	3890	840	3380	»	»	»	7500	490	»	»
42,5....	3980	500	3160	»	»	»	7620	240	»	»
45......	4080	250	2985	»	»	»	7720	150	»	»
47,5....	4320	135	2760	»	»	»	7755	50	»	»
50......	4530	55	2535	»	»	»	7800	20	»	»
52,5....	4680	(1)	(1)	»	»	»	7840	(1)	»	»
55......	4280	»	»	»	»	»	7700	»	»	»
57,5....	3660	»	»	»	»	»	7480	»	»	»
60......	2940	»	»	»	»	»	7060	»	»	»
62,5....	1940	»	»	»	»	»	6710	»	»	»
65......	1240	»	»	»	»	»	6360	»	»	»
67,5....	680	»	»	»	»	»	5100	»	»	»
70......	590	»	»	»	»	»	(1)	»	»	»
72,5....	490	»	»	»	»	»	»	»	»	»
75......	(1)	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Enfin, les acides organiques à une seule fonction acide et tous les acides minéraux sont accélérateurs à toute dose (2e Tableau, *Ficus carica* L.).

Secondes nécessaires à la coagulation du lait cru, à 55°, par les sucs de

Hydrogènes milligr. acides par litre de lait.	*Ficus carica* en présence des acides					*Broussonetia papyrifera* en présence des acides				
	citr.	succ.	but.	phosph.	chlor.	citr.	succ.	but.	phosph.	chlor.
0......	2820	4600	4620	3990	3930	2220	2210	2270	1680	1840
2,5....	3080	4190	4200	3780	3630	2125	2080	2090	1520	1520
5......	3220	3920	3880	3440	3330	2060	1970	1960	1455	1385
7,5....	3320	3830	3620	3380	3000	2000	1850	1870	1390	1265
10......	3420	3720	3380	2880	2830	1900	1690	1760	1340	1155
12,5....	3550	3640	3180	2750	2780	1810	1600	1650	1290	1070
15......	3720	3580	3110	2600	2760	1995	1510	1525	1240	990
17,5....	3990	3530	3000	2530	2730	2125	1440	1480	1195	935
20......	4080	3370	2970	2310	2690	2180	1390	1400	1135	865

(1) Coagulation sans présure.

Secondes nécessaires à la coagulation du lait cru, à 55°, par les sucs de

Hydrogènes milligr. acides par litre de lait.	*Ficus carica* en présence des acides					*Broussonetia papyrifera* en présence des acides				
	citr.	succ.	but.	phosph.	chlor.	citr.	succ.	but.	phosph.	chlor.
22,5....	4210	3400	2890	2270	2620	2230	1340	1330	1095	595
25......	4310	3430	2790	2220	(1)	2355	1260	1265	1070	(1)
27,5....	4450	3480	2480	2190	»		1160	1145	980	»
30......	4860	3810	1950	2020	»		1090	1050	895	»
32,5....	5270		720	1940	»		1020	620	865	»
35.....		(2)	(1)	1850	»		920	(1)	830	»
37,5...			»	1720	»	(2)	840	»	765	»
40.....	(2)		»	1600	»		620	»	715	»
42,5...		(1)	»	1510	»		(1)	»	610	»
45.....			»	1430	»		»	»	580	»
47,5....	(1)	»	»	1340	»	(1)	»	»	550	»
50......	»	»	»	1120	»	»	»	»	500	»
52,5....	»	»	»	(1)	»	»	»	»	(1)	»

3° Avec les rares présures végétales coagulant plus facilement le lait cru que le lait bouilli, tous les acides minéraux et seulement les acides organiques ayant moins de trois fonctions acides sont constamment accélérateurs. Quant aux acides organiques tribasiques, ils se comportent comme les bibasiques du cas précédent; ils sont accélérateurs à faible dose, et retardateurs à dose moyenne (1) (2e Tableau, *Broussonetia papyrifera* L.).

On voit que les présures végétales ne font pas exception à la règle générale des diastases oxyphiles. Comme avec celles-ci, mais à condition d'opérer sur le lait cru et de choisr l'acide, il existe une dose optima d'acide pour laquelle ces présures sont le plus actives. Au-dessous et au-dessus de cette dose, elles agissent plus lentement.

ÉNERGÉTIQUE. — *Étude expérimentale du travail de coupage des sarments pour boutures.* Note de M. **A. Imbert**, présentée par M. Bouchard.

En utilisant le principe du dispositif que j'ai antérieurement employé pour l'étude expérimentale du transport des charges avec le *cabrouet* ou

(1) Coagulation sans présure.

(2) Pas de coagulation au bout de 120 minutes.

diable, j'ai pu faire une étude analogue pour le travail de coupage de sarments en vue de la préparation de boutures.

L'un des manches du sécateur employé à ce travail est sectionné et les deux parties sont réunies, d'une part, au moyen d'une charnière, d'autre part, au moyen d'une lame d'acier dont les déformations, au moment des efforts de coupage, sont recueillies par une petite poire en caoutchouc communiquant avec un tambour muni d'un stylet qui inscrit ces déformations et, par suite, ces efforts sur un cylindre enregistreur.

Il est en outre facile d'établir une graduation expérimentale du sécateur en faisant inscrire les déplacements du stylet lorsqu'on actionne l'instrument au moyen de poids connus et croissants.

Cette graduation établie, il suffit d'inscrire les efforts nécessités par la section de sarments de divers diamètres pour pouvoir, par comparaison, évaluer en kilogrammes les efforts musculaires réalisés dans chaque cas.

Il est de même possible d'évaluer en kilogrammètres le travail correspondant au coupage d'un sarment quelconque. A cet effet, on fixe dans un étau le manche non sectionné du sécateur entre les lames duquel on dispose, dans une position invariable, le sarment à couper, et l'on opère la section par la chute d'un poids qui agit sur le manche pourvu du dispositif enregistreur décrit plus haut.

Telles sont la technique et les données expérimentales grâce auxquelles j'ai pu évaluer en kilogrammes et en kilogrammètres les efforts musculaires et le travail des ouvrières pour la préparation de 1000 boutures, nombre qui est, en quelque sorte, pris comme unité dans la fixation du salaire (0^{fr},65 par millier de boutures préparées).

Pratiquement, les boutures sont divisées en deux catégories (petites et grosses), dont il est facile, avec le compas d'épaisseur, de déterminer les diamètres moyens à chaque extrémité.

De ces mesures et des graduations expérimentales dont j'ai parlé ci-dessus on déduit les nombres du Tableau suivant :

	Diamètres moyens. — Extrémités		Efforts de coupage. — Extrémités		Travail de coupage. — Extrémités	
	grêle.	grosse.	grêle.	grosse.	grêle.	grosse.
	mm	mm	kg	kg	kgm	kgm
Petites boutures...	2,56	6,40	1,5	4,0	0,045	0,165
Grosses boutures...	7,43	9,65	5,5	10,5	0,280	0,575

Il suffit dès lors de compter les grosses et les petites boutures qui se

trouvent dans un paquet de 1000 pour pouvoir calculer l'effort musculaire total et le travail correspondant à la préparation de 1000 boutures.

On trouve ainsi :

Effort musculaire total	$9046^{kg},5$
Travail dynamique total	$445^{kgm},46$

Les rapports entre ces nombres et le salaire fournit, d'autre part, un élément qui intéresse plus particulièrement les économistes : chaque centime de salaire correspond à un effort musculaire de 139^{kg} et à un travail de $6^{kgm},84$.

L'énorme disproportion qui existe entre ces nombres de kilogrammes et de kilogrammètres tient d'ailleurs à ce que, dans le travail professionnel que nous venons d'évaluer en efforts musculaires et en travail mécanique, l'un des facteurs par lesquels se mesure ce travail est très faible. C'est là un nouvel exemple de l'insuffisance fréquente de la notion *travail mécanique* pour l'appréciation de la dépense d'énergie par un moteur animé.

L'observation directe des ouvrières en travail continu normal montre que, lorsque l'effort de coupage atteint ou dépasse 5^{kg} environ, les ouvrières substituent, aux muscles fléchisseurs des doigts, les muscles, plus puissants, extenseurs de l'avant-bras; à cet effet, elles immobilisent la main qui tient le sécateur contre la cuisse et coupent par une extension de l'avant-bras sur le bras. Comme l'effort maximum des fléchisseurs des doigts, mesuré au dynamomètre médical, a été trouvé compris entre 30^{kg} et 35^{kg}, il y a lieu de conclure qu'un effort des fléchisseurs, fréquemment répété, et égal à $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{7}$ de l'effort maximum, est ressenti comme assez pénible pour que l'organisme cherche à s'y soustraire, quand la chose lui est possible. Ce rapport ($\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{7}$) est notablement plus petit que celui ($\frac{4}{9}$) indiqué par Coulomb, pour des hommes effectuant des travaux de terrassement,

Des ouvrières, travaillant cependant depuis un même nombre d'années au travail de coupage, peuvent être très inégalement habiles. Il résulte de multiples observations que les causes de la supériorité professionnelle d'une ouvrière, pour ce travail de coupage qui apparaît comme essentiellement mécanique, ne résident pas en des qualités physiques (force musculaire, rapidité des mouvements), mais relèvent de facultés cérébrales, grâce auxquelles l'ouvrière habile imagine et adopte des détails de technique qui se traduisent tous par une économie de temps.

Quant à ces détails, si la plupart peuvent être constatés par la seule ob-

servation directe, il en est que j'ai pu découvrir seulement d'après les caractères très spéciaux des tracés obtenus avec le sécateur enregistreur, caractères dont j'ai pu déterminer l'origine et la signification en arrivant à les reproduire moi-même à volonté.

MÉDECINE. — *Étude de l'action bactéricide du sérum antivirulent sur les germes adventices du vaccin.* Note [1] de M. **L. Camus**, présentée par M. Bouchard.

La présence de microbes dans la pulpe vaccinale a depuis longtemps retenu l'attention des bactériologistes; les uns ont cru reconnaître parmi ces êtres des agents spécifiques du vaccin, tandis que d'autres leur ont attribué un rôle adjuvant dans le développement des pustules.

La stérilisation des pulpes par le vieillissement et les substances chimiques n'a pas fait perdre aux germes adventices toute leur importance. S'il est bien démontré aujourd'hui que le vaccin peut être facilement dépouillé de la flore microbienne qui le souille au moment de la récolte, sans perdre sa virulence, il ne reste pas moins à se demander si cette opération est sans effet nuisible pour le virus vaccinal. Tout le monde sait qu'une pulpe stérilisée peut être une pulpe très active, mais toutes les pulpes stériles ne conservent pas intégralement leur activité. Dans ses Rapports et ses Communications à l'Académie de Médecine, M. Kelsch a insisté à plusieurs reprises sur les inconvénients que peut présenter la stérilisation excessive des pulpes. « A notre avis [2], toute agression contre les microbes soi-disant adventices des pulpes quelle que soit sa nature, a toute chance d'atteindre le germe spécifique du même coup que les autres et doit, par conséquent, être considérée comme suspecte dans la pratique. » Les microbes seraient donc, jusqu'à un certain point, comme les témoins de la virulence du vaccin. Quoi qu'il en soit, ils tiennent encore une place importante dans les études sur le vaccin et c'est pourquoi j'ai pensé qu'il pourrait être utile de recher-

(1) Présentée dans la séance du 18 mai 1908.

(2) Kelsch, *Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et aux Colonies pendant l'année* 1905, p. 51. Paris, 1908.

cher si le sérum qui détruit le virus-vaccin agit aussi sur les microbes adventices.

Technique. — Le vaccin a été ensemencé comparativement dans le sérum d'animal immunisé et dans le sérum normal ou dans l'eau salée physiologique. La durée de contact étant restée la même et ayant eu lieu dans les mêmes conditions de température, les différents liquides ont été mélangés à de la gélose fondue et étalés en plaque. Pour écarter autant que possible les causes d'erreurs dues à la présence de grumeaux dans les ensemencements, les dilutions de vaccin qui ont servi aux expériences ont été préalablement centrifugées quelques instants et ont été rendues ainsi plus homogènes. La numération des plaques a été faite avec le plus grand soin et dans toute l'étendue des boîtes après 24 heures de séjour à l'étuve.

Une première série de recherches sur les mélanges (vaccin + sérum), (vaccin + sérum chauffé à 72°), (vaccin + eau salée) montre que le sérum antivirulent est très bactéricide et que le chauffage à 72° lui fait perdre cette propriété. Les résultats rapprochés de ceux des inoculations sont assez intéressants.

Vaccin + sérum non chauffé.		Vaccin + sérum chauffé.		Vaccin + eau salée.	
Pustules.	Colonies.	Pustules.	Colonies.	Pustules.	Colonies.
0	3	1	144	34	44

A première vue, on est immédiatement frappé du parallélisme des résultats des deux premières colonnes, et l'on serait tenté de conclure que l'action antivirulente et l'action bactéricide du sérum appartiennent à une même substance. Il n'en est rien, car le chauffage à 72° suffit pour établir une distinction très nette; le sérum porté à 72° conserve son action antivirulente, mais perd son action bactéricide. Le chauffage semble même faire plus, il rend le sérum apte à favoriser le développement microbien, puisque dans le sérum chauffé les microbes se développent mieux que dans l'eau salée. Cette première série d'expériences exigeait donc que, comparativement, le vaccin fût ensemencé, non pas dans l'eau salée physiologique, mais dans le sérum d'un lapin normal.

J'ai fait plusieurs expériences de ce genre et il est facile de constater, comme le montre d'ailleurs le Tableau suivant, que le sérum de l'animal immunisé est au point de vue bactéricide tout à fait équivalent au sérum normal. L'action bactéricide, très marquée quand le contact a lieu à 37°,

ne se produit pas ou est peu appréciable à 16°. Le chauffage préalable à 73° fait perdre au sérum sa propriété bactéricide.

Vaccin + sérum non chauffé.				Vaccin + sérum chauffé (5m à 73°).	
1h de contact à 16°.		1h de contact à 37°.		1h de contact à 37°.	
Sérum immunisé.	Sérum normal.	Sérum immunisé.	Sérum normal.	Sérum immunisé.	Sérum normal.
4035	3802	521	571	8626	8564

Il est même possible de montrer que le sérum chauffé à 72° n'a pas simplement perdu son action bactéricide, mais qu'il est devenu apte à favoriser le développement des germes adventices du vaccin.

	Ensemencement pratiqué après 2h de contact à 37°.		Ensemencement pratiqué sans délai.
	Vaccin + sérum non chauffé.	Vaccin + sérum chauffé.	Vaccin + sérum non chauffé.
Sérum immunisé............	0	934	213
Sérum normal..............	10	1041	182

Le chauffage à 56°-58° qui fait perdre aux sérums leur alexine et la plus grande partie de leur toxicité ne détruit pas leur propriété bactéricide pour les germes adventices du vaccin.

Numéro des expériences.	Mélange (vaccin + sérum) maintenu à 37° avant l'ensemencement.			Mélange (vaccin + sérum) maintenu 2h à 10°.
	Sérum non chauffé.	Sérum chauffé à 56°-58°.	Sérum chauffé 5m à 73°-74°.	Sérum non chauffé.
XVIII.....	15	20	»	181
XIX......	2	10	754	»

De ces expériences il faut donc retenir que le pouvoir bactéricide et le pouvoir antivirulent sont distincts dans le sérum. Chez les seuls animaux vaccinés, le sérum est antivirulent, mais chez les animaux normaux le sérum est bactéricide comme chez les animaux vaccinés.

La vaccination ne fait pas apparaître dans le sérum une action bactéricide spécifique vis-à-vis des germes adventices du vaccin, et l'on peut par le chauffage dissocier les propriétés bactéricides et antivirulentes qui coexistent

dans le sérum des animaux vaccinés. La propriété bactéricide est détruite par une température comprise entre 58° et 72°; la propriété antivirulente résiste au contraire à un chauffage à 72°.

Les sérums permettent ainsi de réaliser une séparation très complète du virus-vaccin et des germes adventices; on peut, en effet, par leur moyen, détruire à volonté, dans une solution de vaccin, soit le virus-vaccin, soit les germes adventices. En mélangeant une solution de vaccin avec du sérum normal on fait disparaître les germes adventices sans détruire le virus-vaccin, et en mettant en contact une solution de vaccin avec du sérum d'immunisé chauffé à 70° on détruit le vaccin sans altérer les microbes. Ces expériences apporteraient une preuve de plus, s'il en était encore besoin, que les germes adventices n'ont aucun rôle spécifique dans la vaccination.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *La transmission de la syphilis au chat.* Note de MM. C. **Levaditi** et T. **Yamanouchi**, présentée par M. Roux.

A la suite des expériences de Metchnikoff et Roux concernant la transmission de la syphilis aux singes anthropoïdes et aux catharrhiniens inférieurs, on pensait que cette maladie n'est inoculable qu'à ces espèces simiennes, les seules sensibles. Les recherches de Bertarelli ([1]) montrèrent cependant que la vérole peut être transmise au *lapin* et aussi au *cobaye* et à la *brebis;* après cet auteur, Hoffmann et Brüning ([2]) prouvèrent qu'il était également possible de syphiliser le *chien*. En effet, l'introduction du virus spécifique dans la cornée ou dans la chambre antérieure de l'œil, provoque, chez ces espèces animales, l'apparition d'une kératite parenchymateuse pouvant être reproduite en série. Les lésions (infiltration lymphocytaire à disposition périvasculaire) ressemblent à celles du syphilome primaire et renferment de très nombreux *Treponema pallidum*.

Nous avons recherché si le *chat* est sensible au virus syphilitique et nous avons réussi, dans deux expériences, à transmettre la vérole à cette espèce animale. Voici les détails de nos constatations :

Nous nous sommes servis d'un virus ayant fait de très nombreux passages sur le lapin

([1]) Bertarelli, *Rivista d'Igiene*, t. XVII et XVIII, 1906.
([2]) Hoffmann et Brüning, *Deutsch. med. Woch.*, n° 14, 1907.

et provenant de M. Bertarelli. Depuis près de 2 ans, ce virus est entretenu par des inoculations répétées dans la chambre antérieure de l'œil. Le 30 mars, nous introduisîmes un petit fragment de cornée de lapin atteinte de kératite spécifique, et riche en tréponèmes, dans la chambre antérieure de trois jeunes chats à la mamelle. La réaction inflammatoire qui suivit l'inoculation, disparut au bout de quelques jours et, dans la suite, on pouvait distinguer le fragment inoculé attaché à l'iris, tout près du limbe. Après une période d'incubation de 40 jours, commencèrent les premiers signes de kératite chez deux de nos animaux (¹). Le fragment adhérait par sa face profonde à l'iris, et sa face antérieure était réunie à la cornée par un tissu néoformé. L'iris était ainsi attiré en avant et la pupille déformée. La cornée était opacifiée sur une étendue de 4^{mm^2} et l'on constatait à ce niveau une vascularisation marquée.

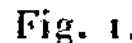
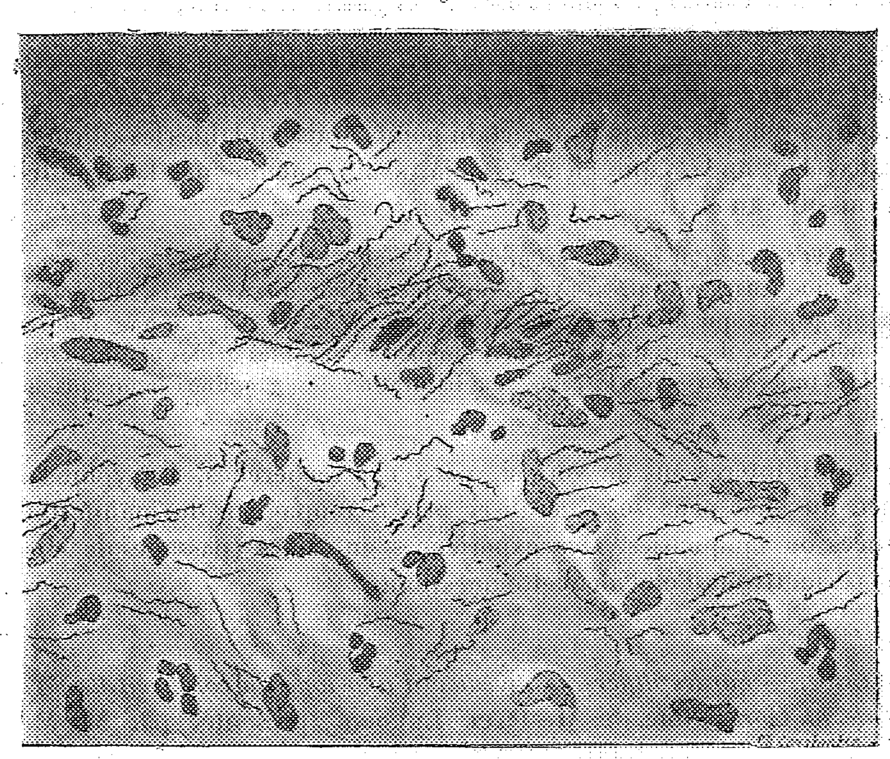


Fig. 1.



Un des animaux fut sacrifié 6 jours après le début de la kératite. L'examen histologique (méthode à l'argent-pyridine) permit de faire les constatations suivantes (voir figure).

(¹) Le troisième fut sacrifié pendant la période d'incubation (18 jours). Les coupes montrèrent l'absence complète de tréponèmes typiques, mais permirent de révéler des formes anormales, courtes, à deux ou trois ondulations.

Le *fragment de cornée inoculé* est complètement organisé; des vaisseaux de nouvelle formation le sillonnent en tous sens et l'on y remarque une abondante infiltration lymphocytaire. On ne décèle que de très rares tréponèmes à ce niveau. La *cornée du chat* présente des nodules, disséminés de préférence au contact de la membrane de Discemet. Ces nodules, riches en vaisseaux jeunes, sont formés par des lymphocytes et contiennent quelques leucocytes polynucléaires. On décèle un très grand nombre de tréponèmes dans ces foyers inflammatoires. Ils sont pour la plupart extra-cellulaires et offrent des ondulations régulières. Quelques-uns cependant montrent des tours de spires irréguliers et se rapprochent de la ligne droite. *Les parasites ne sont pas localisés exclusivement au niveau des zones riches en lymphocytes. On en retrouve en assez grand nombre dans le reste de la cornée indemne de toute altération microscopique et qui, à l'œil nu, était complètement transparente.*

Chez le second animal, les lésions cornéennes persistent encore actuellement.

Ces constatations prouvent que *le chat est sensible au virus syphilitique et qu'il contracte une kératite spécifique riche en Treponema pallidum.* Nos recherches rendent, jusqu'à un certain point, vraisemblables les affirmations d'Auzias-Turenne (¹) qui, en 1865 déjà, avait soutenu que la syphilis est transmissible au chat.

Auzias-Turenne avait inoculé à l'oreille d'un chat des produits prélevés sur des plaques muqueuses vulvaires. Après une incubation de 27 jours, l'animal présenta une papule qui bientôt se couvrit de squames et fit place à une induration. Deux mois après, il constata des plaques muqueuses entre les griffes et, plus tard, des syphilides tuberculeuses de la peau, une induration des ganglions inguinaux et des gommes cutanées.

Il serait intéressant de voir si, dans nos recherches, la syphilis de la cornée du chat peut se généraliser et s'accompagner de manifestations cutanées ou muqueuses. Des expériences en cours (passages de chat au chat) permettront d'élucider cette question.

GÉOLOGIE. — *Sur les différents niveaux d'alluvions au confluent de l'Yonne et de la Cure.* Note de M. Paul Lemoine, présentée par M. Michel Lévy.

Les vallées de l'Yonne et de la Cure, à leur confluent, sont remarquables par le développement des alluvions anciennes. Elles n'ont encore fait l'objet

(¹) Auzias-Turenne, *La syphilisation*, Paris, 1878, p. 419, cité d'après Rollet, article *Syphilis des animaux*, dans le *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, t. XIV, p. 497.

d'aucune étude; Belgrand, Raulin, l'abbé Parat ne les signalent qu'accessoirement.

Or il y a là plusieurs niveaux d'alluvions, bien étagés, se différenciant par leurs caractères lithologiques et par leur influence sur l'évolution de la topographie.

Alluvions modernes. — L'Yonne et la Cure coulent dans une vallée relativement plate d'une largeur moyenne d'environ 500^{m}. Ses alluvions sont des sables granitiques, avec de gros blocs de granite et des galets calcaires abondants, plus nombreux dans les parties aval de la vallée.

Alluvions anciennes, vers 15^{m}. — Quelques gisements ont été mis en évidence dans les tranchées du chemin de fer, à Cravant, Accolay, et notées sur la feuille géologique d'Avallon; à Auxerre, une sablière avait fourni à Belgrand *Elephas primigenius*. Je réunis provisoirement plusieurs niveaux d'alluvions impossibles à distinguer encore en l'absence de nivellement précis.

C'est à ces alluvions anciennes et non aux alluvions récentes qu'il faut rattacher un certain nombre de méandres et d'anses abandonnées (méandre de Bazarnes, anse de Sainte-Pallaye, anse de Vermenton, méandre de Saint-Moré). L'individualité des alluvions qui s'y trouvent est très nette; ces alluvions reposent directement sur le calcaire lithographique rauracien à une dizaine de mètres environ au-dessus du niveau actuel de l'Yonne. C'est également aux alluvions anciennes qu'on a rapporté avec raison le méandre abandonné de Chevroches, en amont de Clamecy.

A cette époque doit se placer le creusement de la plupart des petits vallons secondaires qui se jettent dans l'Yonne. Ceux-ci présentent, en effet, le plus souvent à leur embouchure une rupture de pente très nette qui interrompt leur profil, très régulier en amont. Le fait est assez général dans le bassin de l'Yonne; il est très net, par exemple, pour l'Armance (affluent en amont de Clamecy); on l'observe aussi sur les affluents de l'Armançon. Il est d'ailleurs moins accentué sur les affluents importants.

Je pense que cette non-concordance est due au phénomène (mouvement général du sol on abaissement du niveau de base) qui a amené l'Yonne à creuser son lit d'une quinzaine de mètres; les petits ruisseaux, affluents, n'ont pas été capables de suivre le mouvement, leurs vallées sont restées des vallées mortes.

Alluvions anciennes, vers 30^{m}. — Ce niveau est bien représenté au-dessus du méandre de Saint-Moré, dans une sablière où l'on exploite sur 5^{m} à 6^{m}

des sables alluvionnaires, à stratification entrecroisée, formés par des grains de quartz et de nombreux galets plats de calcaire. D'autre part, des sables granitiques ont été signalés, à 30^m au-dessus de la Cure, dans la grotte du Mammouth, à Saint-Moré.

J'ai trouvé également en deux points, à 30^m au-dessus de la vallée du Serein, près de Chablis, des alluvions offrant les mêmes caractères.

Alluvions anciennes, vers 70^m. — Les terrasses plus élevées ont un facies différent; on n'y trouve plus, ou presque plus, de galets calcaires; ce sont des argiles avec grains de quartz roulés, grosses chailles, galets de silex de la Craie, blocs de grès ferrugineux (résidu de l'Albien et du Sparnacien).

On les trouve au Bouchet et à Avillon, à 70^m au-dessus de l'Yonne, à Mailly-la-Ville; ils y sont très abondants et forment une terrasse très nette; par contre, sur les pentes calcaires qui bordent cette terrasse, il n'y en a pas trace. On serait donc en présence d'un méandre abandonné de l'Yonne, à 70^m au-dessus de sa vallée actuelle. Un autre se trouve sur la rive gauche, au-dessus de Bazarnes.

On en observe encore, près de Bois-d'Arcy, à peu près à la même altitude; mais ils ne paraissent pas se relier à ceux d'Avillon. On doit donc les considérer comme déposés dans un méandre ancien de la Cure.

Alluvions anciennes, vers 100^m. — Ce sont des graviers à grains de quartz qui s'observent sur les plateaux dominant Sery et Lucy-sur-Cure. L'abbé Parat en a signalé, à la même altitude relative, un gisement au nord de Bois-d'Arcy.

Il faut également y rattacher les dépôts de cailloux siliceux roulés, signalés depuis longtemps vers Charbuy, au nord d'Auxerre.

Des blocs de granite, isolés à la surface des plateaux de Saint-Michel, près de Tonnerre, se trouvent à peu près à la même hauteur au-dessus de l'Armançon.

Alluvions anciennes, au-dessus de 100^m. — Je n'en connais pas encore dans la région étudiée. Mais, dans la vallée de l'Armançon, on trouve à Bernouil, à 150^m au-dessus de la rivière, des blocs de chailles, des blocs de granulites, des schistes anciens injectés de veines de quartz.

De même, au-dessus de Ouanne, on trouve d'énormes blocs de quartz roulés.

Ces dépôts, très élevés, se relient probablement aux dépôts à chailles qui sont développés plus au Sud; ils feront l'objet d'une étude ultérieure.

Conclusions. — La découverte de documents paléontologiques, dans les

alluvions les plus élevées, absolument décalcifiées, reste très problématique.

Malgré cela, l'existence de ces niveaux successifs d'alluvions et leur étagement pourra apporter une contribution utile à l'histoire de la formation du réseau hydrographique du bassin de la Seine.

HYDROLOGIE. — *Sur deux causes d'erreur dans les expériences à la fluorescéine.* Note [1] de M. **F. Dienert**, transmise par M. Michel Lévy.

En étudiant les eaux superficielles et les eaux des sources issues du calcaire de Champigny dans les vallées du Surmelin, du Petit et du Grand-Morin et dans la région de Provins, nous avons eu l'occasion de reconnaître la présence dans ces eaux d'une substance fluorescente de couleur bleu verdâtre. Cette substance se trouve facilement, après filtration à la bougie Chamberland, dans toutes les eaux superficielles dont elles sont la caractéristique. Jusqu'ici nous l'avons retrouvée dans les eaux de sources qui reçoivent rapidement, après un orage ou une pluie abondante, des eaux engouffrées dans les bétoires. Cette substance est d'autant plus abondante que les sources reçoivent en plus grande abondance des eaux de ruissellement. Nous nous proposons très prochainement de faire connaître le moyen de reconnaître et de différencier cette substance fluorescente caractérisant les eaux superficielles, son origine et sa disparition, enfin l'influence qu'elle exerce lors des expériences à la fluorescéine quand on étudie la direction des eaux souterraines et la délimitation d'un périmètre d'alimentation. Cette substance fluorescente diminue la sensibilité des expériences à la fluorescéine et il faut se méfier d'elle si, à la source, on ne trouve que des traces de fluorescence. Il peut se faire que ce soit elle et non la fluorescéine dont on constate la présence. D'où cette conclusion qu'il est absolument indispensable, quand on veut éviter une erreur lors des expériences à la fluorescéine, d'employer cette matière colorante en proportion assez élevée pour qu'à la source elle ressorte toujours en quantité nettement plus grande que la matière fluorescente contenue dans certaines sources.

Une autre cause d'erreur provient de la vitesse même des courants souterrains. Les expériences à la fluorescéine ont montré que la vitesse de l'eau

(1) Présentée dans la séance du 18 mai 1908.

dans le sol variait dans de très grandes limites. Dans certaines expériences, elle est de 8^{km} à 10^{km} par jour; dans d'autres, elle ne dépasse pas 1^{km}. Pour éviter de trop grands frais, on a coutume d'arrêter ces expériences quand, au bout de 15 jours, on n'a retrouvé nulle part la fluorescéine ou, pour les grandes distances, quand la vitesse est inférieure à 1^{km} par jour. Si l'on est obligé de tenter une autre expérience sur le même périmètre après une expérience négative et qu'on constate par la suite l'arrivée de la fluorescéine, on sera très embarrassé pour pouvoir attribuer l'origine de la fluorescéine retrouvée. Dans la région de Provins, avec M. Guillert, nous avons trouvé que la fluorescéine a mis 33 jours pour faire le parcours de 8^{km}, et, dans une autre expérience, 20 jours pour faire 600^{m}. Ces faibles vitesses nous auraient induits en erreur si, pressés par le temps, nous avions commencé une autre expérience dans cette région. Nous aurions attribué à notre nouvelle expérience le résultat positif dû en réalité à une expérience plus ancienne.

Déjà MM. Fournier et Le Couppey avaient signalé des réapparitions de fluorescéine plusieurs mois après le commencement d'une expérience positive à la fluorescéine à la suite d'orages et de crues. Nous-même, depuis un mois, sommes dans l'impossibilité de faire une expérience dans la région de la Dhuys, par suite de l'apparition par intermittences de cette matière colorante à la source Saint-Martin.

Rationnellement, sur un même périmètre, on devrait employer à chaque expérience nouvelle un corps fluorescent nouveau.

Nous étudions actuellement dans ce but l'esculine qui, impure, peut être préparée à un prix très abordable.

HYDRO-GÉOLOGIE. — *Sur la température des eaux thermales des Pyrénées-Orientales.* Note de M. **O. Mengel**, présentée par M. Michel Lévy.

Sur les 1200 sources thermales officiellement reconnues en France, une centaine, réparties en une dizaine de groupes, appartiennent aux Pyrénées-Orientales. Situées en terrain non volcanique, la comparaison de leur thermalité à différentes époques m'a paru pouvoir contribuer à décider du principe de l'invariabilité de la chaleur des eaux thermales.

Vers 1827, Anglada, comparant ses relevés à ceux effectués en 1754 par Carrère, professeur en médecine à l'Université de Perpignan, se demandait

s'il n'y avait pas lieu de conclure à un refroidissement des sources thermales des Pyrénées-Orientales. Mais déjà en 1833, après discussion des nombres de Carrère, il paraissait se rallier à l'hypothèse, alors généralement admise, de la constance de la thermalité.

Curieux de vérifier cette constance, si tant est qu'on puisse conclure en ce sens après une période de 80 ans, je repris, au cours de ma campagne géologique, la détermination des températures des principales sources. L'examen du Tableau des nombres donnés par 36 de ces sources, à des intervalles variant de 150 à 50 ans (Tableau qui sera publié avec la discussion qu'il comporte dans l'*Annuaire de la Société météorologique*) montre que les observations d'Anglada seules se prêtent à une comparaison rigoureuse. Aussi n'ai-je basé mes conclusions que sur les résultats fournis par les 20 sources qui m'ont permis de me placer dans les mêmes conditions d'observations que lui. Je me servis d'un thermomètre de Secrétan, calibré, gradué au $\frac{1}{5}$ de degré, dont les données furent toujours contrôlées par une seconde série de lectures faites avec d'autres thermomètres. Les nombres suivants se rapportent aux sources caractéristiques de chacune de nos stations thermales; ils sont corrigés des erreurs instrumentales d'après un graphique de comparaison spécialement établi, en 1908, par les soins du Bureau central météorologique.

Localités.	Sources.	Anglada.		Mengel.	
La Preste.........	Apollon	1819	44°,0	1907	44°,1
Amélie-les-Bains...	Petit-Escaldadou	1819	62,9	1908	63,7
» ...	Arago	1819	60,4	1908	61,0
» ...	de la Piscine	1819	56,25	1908	56,0
Vernet-les-Bains...	Barrèra	1819	53,5	1907	53,1
Thuès............	de la Cascade	1820	78,1	1907	78,5
»	Saint-André	1820	75,0	1907	74,8
Saint-Thomas.....	n° 1	1833	58,1	1907	58,2
Llo..............	les Escaldilles	1819	27,5	1907	27,5
Les Escaldes......	Colomer	1819	42,5	1907	42,5
Molitg............	Llupia	1818	37,75	1907	37,6

Pour ces onze sources, comme pour les neuf autres, l'écart moyen Anglada-Mengel est de $\pm 0°,2$, c'est-à-dire de l'ordre des erreurs d'observations. Dans ces conditions, il me semble naturel de conclure à l'invariabilité, tout au moins séculaire, de la température des eaux thermales des Pyrénées-Orientales.

Relation entre la température et la structure géologique. — Nos stations thermales peuvent être réparties en deux grands groupes : d'une part, celles qui ont une température supérieure à 50° (j'entends par température d'une station la plus forte qui y ait été relevée), et, d'autre part, celles qui ne donnent que des températures inférieures à 45°. Le premier groupe comprend, de l'Est à l'Ouest : Amélie-les-Bains, Vernet-les-Bains, Canaveilles-Thuès et Saint-Thomas. Or, il est remarquable que ces différentes auréoles, devenues hydrothermales sulfureuses, jalonnent le flanc sud, normal, du grand synclinal Amélie-Taurinya, que j'ai repéré en 1906, et du synclinal Taurinya-Saillagouse qui lui fait suite. Ces synclinaux, d'origine hercynienne, ont rejoué à l'époque tertiaire avec écrasement sur le massif cristallin du Canigou, et c'est précisément dans les failles d'étirement, provoquées par le mouvement relatif des schistes sur le massif cristallin que sourdent les sources en question. Les sources du deuxième groupe, quoique n'appartenant pas comme les premières à un même massif, semblent correspondre au contraire à un chevauchement du cristallin ou du cristallophyllien sur les terrains moins métamorphisés ou plus récents : sur le Paléozoïque, à Molitg, aux Escaldes, à La Preste; sur le Secondaire, à Reynès. En ce point, on n'a plus qu'une eau thermale (28°,7) *sulfatée,* qui sourd à travers des schistes primaires silicifiés. C'est évidemment là l'indice d'une circulation dans les gypses triasiques de la région qui seraient ici recouverts par un chevauchement du massif du Roc-de-France, conséquences auxquelles j'étais déjà arrivé par d'autres considérations.

La thermalité des sources étant considérée comme fonction directe de la profondeur à laquelle se trouvent les réservoirs qui les alimentent, il semblerait résulter des remarques précédentes que, *d'une façon générale, pour un anticlinal déversé, le déplacement relatif de la série sédimentaire sur le cristallin, sous l'action des poussées tangentielles de l'époque tertiaire, s'est propagé à une profondeur beaucoup plus grande sur le flanc normal que sur le flanc renversé.*

M. P. Amann, à propos des Notes présentées récemment par M. Marcel Deprez, *Sur le planement des oiseaux,* adresse une Note sur le même sujet, contenant des indications bibliographiques et une réclamation de priorité.

(Renvoi à l'examen de M. Marcel Deprez.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mai 1908.

Une lettre de Henri Poincaré *au journal* Le Temps, *sur le 4e Congrès international des mathématiciens.* (Extr. du *Suppl. Rend. Circ. Matem. Palermo,* t. III, mai 1908.) 1 fasc. in-8°.

La mission d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire en Espagne et en Portugal, 1908; histoire et documents, par le Dr E.-T. Hamy, Membre de l'Institut. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. X.) Paris, Masson et Cie, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La distribution des étoiles par rapport à la Voie lactée d'après la Carte et le Catalogue photographique du Ciel (zones de Paris, Bordeaux, Toulouse, Alger et San-Fernando), par Paul Stroobant. (Extr. des *Annales de l'Observatoire royal de Belgique,* nouvelle série : *Annales astronomiques,* t. XI, fasc. 2.) Bruxelles, Hayez, 1908; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Compagnie des Chemins de fer du Midi. *Assemblées générales extraordinaire et ordinaire des Actionnaires du 7 avril* 1908, présidence de M. Georges Picot, Vice-Président du Conseil d'administration. *Rapports du Conseil d'administration; résolutions des assemblées.* Paris, 1908; 1 fasc. in-4°.

Ministère des Colonies. *Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales;* t. XI, janvier-février 1908, n° 1. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Ministère de la Marine. *Annuaire de la Marine pour* 1908. Paris, Imprimerie nationale; 1 vol. in-8°.

Uebersichtskarte der Gebirge Djar, Urkaschar, Kodjur und Ssemisstai in der chinesischen Dsungarei. Nach den Aufnahmen von M.-A. Ussow, Mitgleid der Expedition 1906, persönlichen Beobachtungen und russischen Karten entworfen von Prof. W.-A. Obrutschew. Gotha, Justus Perthes, 1908; 1 fasc. et une carte pliée in-8°. (Hommage de M. A. Obrutschew.)

El doctor José Manuel Pérez Castellano; Apuntes para sua biografia, por Daniel Garcia Acevedo. Montevideo, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire royal de Belgique. *Annuaire météorologique pour* 1908, publié par les soins de A. Lancaster. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 vol. in-12.

The american Society of mechanical Engineers Transactions; t. XXVIII; *New York Meeting,* 1906. New York, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the imperial earthquake investigation Committee; t. II, n° 1. Tokyo, 1908; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 mai 1908.)

Note de MM. *Paul Lebeau* et *Pierre Jolibois*, Sur les composés définis du silicium et du palladium.

Page 1031, ligne 14, *au lieu de* Le premier de ces composés, *lisez* Le second de ces composés.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUIN 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 8 juin est remise au mardi 9 juin.

PALÉONTOLOGIE. — *Fossiles de Patagonie. De l'économie dans la nature.* Note de M. **Albert Gaudry**.

Nous parlons tous de la richesse de la nature et nous avons raison. Mais il y a quelque chose d'aussi extraordinaire que cette richesse, c'est l'économie qui se concilie avec elle. On en a été frappé le premier jour où, après avoir fait de la Zoologie comme Buffon, on a fait de l'Anatomie comparée comme Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier. On a vu que, sous des ornements magnifiques d'une extrême diversité, les Mammifères ont souvent le même cerveau, le même cœur, les mêmes poumons, les mêmes organes digestifs ou génitaux, et leur squelette, en dépit de sa complication, composé des mêmes os. Il a fallu admettre la loi d'unité de composition.

L'économie dans la nature a été révélée surtout par la Paléontologie. Lorsqu'à travers l'immensité des âges de nouvelles fonctions ont apparu chez les Mammifères, il y a eu rarement formation d'os nouveaux, les os anciens ont été simplement modifiés. L'évolution, en même temps qu'elle donne le spectacle d'une grandiose unité, nous offre celui de répétitions continuelles. Nous rencontrons toujours les mêmes os : un éternel humérus, qui persiste, soit qu'il serve à marcher, soit qu'il serve à la préhension; un éternel radius avec son cubitus, qui présentent des relations de grandeur

sans cesse changeantes, suivant que l'un ou l'autre os est plus utile; un éternel fémur avec une rotule, suivi d'un tibia ou d'un péroné qui se modifient peu pour obtenir de grands changements de vitesse. Combien ai-je manié d'astragales qui, d'après le nombre et la forme de leurs facettes, produisent les attitudes les plus différentes, et pourtant on n'hésite pas à reconnaître que ce sont des astragales.

Quand on a découvert les faunes fossiles de l'hémisphère austral en Patagonie, nous avons pu espérer que nous allions travailler dans un domaine nouveau; car, nul n'en saurait douter, tous les genres, à partir de l'âge du Deseado, se distinguent de ceux de notre hémisphère, et la différence est telle que beaucoup ne peuvent être classés dans les mêmes ordres. Mais notre espoir a été déçu. Si puissante est la loi d'évolution, et par conséquent la loi des ressemblances, que nous avons vu apparaître un nombre relativement très petit de nouvelles pièces. Toujours une tête composée des mêmes os : occipital, pariétaux, frontaux, temporaux, tympaniques, sphénoïde, nasaux, jugaux, maxillaires, intermaxillaires, mandibules, etc.; toujours une dentition avec chaque mâchoire portant au maximum trois incisives, une canine, quatre prémolaires, trois arrière-molaires; toujours, à chacun des membres de devant, une omoplate, un bras avec un seul os, un avant-bras avec deux os, un carpe composé de huit os arrangés de même, une main qui n'a pas plus de cinq métacarpiens suivis de deux ou trois phalanges; toujours, au membre de derrière, un bassin, un fémur et sa rotule, une jambe avec deux os, sept os au tarse suivis de cinq métatarsiens portant des phalanges. Comme dans notre hémisphère, les os et les dents ont vu leurs éléments s'épaissir ou s'amincir, s'allonger ou se raccourcir, se compliquer ou se simplifier; malgré ces changements, on reconnaît facilement leurs homologies avec les os et les dents de nos animaux.

Ce qui donne surtout une physionomie propre à beaucoup de Mammifères de la Patagonie, ce n'est pas qu'ils aient des caractères inconnus dans les genres de l'hémisphère boréal: c'est simplement parce que leurs caractères ne sont pas associés de même. Il me semble intéressant d'en rassembler des exemples. Pour les rendre compréhensibles, je les ai accompagnés de nombreuses figures. Elles ont été exécutées par M. Papoint, l'habile artiste qui a fait tous les dessins de mes précédents Mémoires sur la Patagonie. Je le remercie des nouvelles preuves de talent et de dévouement qu'il vient de me donner.

J'ai 70 dessins, dont la moitié pour des fossiles de l'hémisphère austral; l'autre moitié représente des fossiles de l'hémisphère boréal. On y trouve

isolées, dans des genres de l'hémisphère austral, des particularités qui sont propres à des genres extrêmement différents de notre hémisphère.

De ces études il résulte qu'on observe de nombreuses différences entre les Mammifères de l'hémisphère austral et ceux de l'hémisphère boréal. Il n'y a pas eu économie dans la nature en ce sens que le nombre des variations des êtres a été restreint; car, à mesure que la Science progresse, leur multitude augmente. Mais il y a eu économie en ce sens que nous découvrons très peu de pièces absolument nouvelles. Les os sont les mêmes que chez les animaux déjà connus. Seulement nous trouvons associés dans un même squelette des os que nous sommes habitués à voir dans des squelettes appartenant à des genres d'ordres différents. J'ai cité de nombreuses preuves à l'appui. Je rappellerai ici, comme exemple, *Nesodon*.

Il a des pièces qui ressemblent à celles des Périssodactyles, d'autres à celles des Artiodactyles, d'autres à celles des Carnivores et des Rongeurs. Ces associations proviennent sans doute de ce que *Nesodon* a eu successivement ou simultanément des fonctions qui sont propres à ces différents ordres. Quand ses pieds de derrière sont devenus plantigrades, c'est qu'il a pris une allure rapprochée de celle des Ours. Lorsque son péroné s'est mis à tourner sur le calcanéum en même temps que le tibia sur l'astragale, comme chez les Artiodactyles, c'est que la jambe a eu beaucoup de flexibilité sur le pied. Quand son radius s'est porté sur le côté externe du cubitus, ainsi que chez le Tigre, et que la pointe styloïde du cubitus s'est arrondie pour rouler sur le pyramidal, ainsi que chez le Porc-épic, c'est que l'avant-bras a dû, comme chez les animaux demi-préhenseurs, tourner obliquement sur le bras, en présentant la paume de la main au côté interne. Or, *Nesodon*, plus voisin par sa dentition des Périssodactyles que de tous les autres ordres, ne peut avoir eu à la fois une proche parenté avec des genres aussi éloignés que Rhinocéros, Cochon, Ours, Tigre, Porc-épic. Par conséquent, la similitude des fonctions n'indique pas forcément une proche parenté.

Cependant, à côté d'extrêmes différences, nous observons de telles ressemblances dans la manière dont les os ont été modifiés pour remplir les mêmes fonctions, que nous sommes portés à nous demander s'il n'y aurait pas eu des parentés très lointaines, qui nous sont encore cachées. Car, si les ressemblances ne résultent pas de parentés, nous ne comprenons point comment la nature a été astreinte à modifier toujours de même ses instruments pour produire les mêmes effets. Cette pauvreté d'invention contrasterait avec la magnificence du monde animé.

Ce qui m'encourage à la croyance que des genres de la Patagonie, dont la physionomie est tout autre que dans ceux de nos pays, ont pu avoir avec eux de communs ancêtres, c'est que nous les trouvons à côté de quelques animaux trop rapprochés des nôtres pour ne pas supposer qu'ils en sont parents. Par exemple *Prothylacynus,* voisin de *Thylacynus* d'Australie, est également si voisin de notre *Pterodon,* qu'il est naturel d'admettre leur parenté.

On constate actuellement une lacune entre la faune de Casamayor, alliée à celles de notre hémisphère, et celle du Descado. Elle peut provenir de migrations et aussi de l'insuffisance de nos connaissances.

En réalité, nous n'avons pas de motifs pour affirmer qu'il y a eu deux centres de création : l'un dans l'hémisphère boréal, l'autre dans l'hémisphère austral.

Mais cela n'empêche pas de reconnaître, comme je l'ai dit dans mes précédents Mémoires, que, pendant les temps tertiaires, l'évolution a cessé d'avoir la même marche dans les deux hémisphères : dans l'un, elle a continué; dans l'autre, elle s'est arrêtée.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sur l'Etna.* Note de M. A. Lacroix.

Catane, 23 mai 1908.

Je viens de faire l'ascension du cratère central de l'Etna. M. le professeur Riccò a bien voulu m'accompagner et m'offrir l'hospitalité à son Observatoire, situé, comme on le sait, à 2942^{m} d'altitude, au pied du cône terminal et à environ 1^{km} du cratère.

Nous avons eu la chance d'être les témoins d'un phénomène qui ne semble pas avoir été encore étudié dans ce volcan.

Nuées volcaniques à tendance péléenne. — Depuis le paroxysme du 29 avril, le cratère central n'avait donné que de faibles vapeurs intermittentes. Le 20 mai, à $7^{h}55^{m}$ du matin, au moment où nous arrivions à Nicolosi, une violente explosion vulcanienne a donné naissance à une haute colonne de vapeurs épaisses chargées de cendres, lentement emportée par le vent vers le Sud-Ouest.

Des explosions du même genre, diminuant peu à peu de violence et de hauteur, se sont répétées sans interruption jusqu'au commencement de la nuit. Nous avons pu les suivre pendant tout le cours de l'ascension, puis les

étudier de près. Dès la sortie du cratère, elles se dirigeaient sur le flanc sud-ouest du cône terminal (sans s'élever à plus de 200^m au-dessus de celui-ci, à partir de 4^h du soir). Elles roulaient, en développant leurs volutes plutôt dans le sens horizontal que vertical; tantôt, dans leur marche, elles restaient comme suspendues à quelques mètres du sol avant de toucher sa surface, tantôt elles roulaient sur celui-ci dès l'origine (¹).

Ces nuées, à volutes d'opacité variable, sortaient du cratère d'une façon continue, l'une succédant à l'autre sans interruption. Leur marche était très lente, ne dépassant pas 4^m à 5^m à la seconde. Arrivées au bas du cône terminal, elles s'accumulaient au voisinage des pentes inférieures du volcan, pour former un nuage diffus, immobile, laissant tomber lentement sa cendre.

Ces nuées étaient en effet essentiellement constituées par de la vapeur d'eau et par de la poussière extrêmement fine. Il a été possible de pénétrer sur leur lisière. Malgré la netteté que présentaient leurs contours observés à quelques centaines de mètres de distance, elles étaient bordées par une étroite zone de diffusion avec l'air extérieur. Je n'y ai observé aucune odeur spéciale et n'ai éprouvé que la gêne respiratoire due à la poussière fine en suspension. Celle-ci n'était pas chaude; elle formait un enduit boueux à la surface des névés sans déterminer de fusion importante.

La façon dont ces nuées roulaient sur les pentes de la montagne a évoqué dans mon esprit le souvenir des *nuées péléennes* du type de Saint-Vincent; elles en différaient cependant par leur moindre opacité, par leur température, par l'extrême lenteur de leur marche et par la continuité de leur émission. Mais, dans les deux cas, la cause initiale a été la même; elle résidait dans une explosion produite au fond du cratère, explosion qui pouvait être violente, mais était insuffisante cependant pour entraîner au loin dans l'espace les matériaux solides expulsés en même temps que les produits gazeux. Elle ne pouvait que les élever à une faible hauteur au-dessus des bords du cratère. A Saint-Vincent, la proportion des matériaux solides projetés à haute température étant considérable, la nuée était entraînée par la pesanteur sur les pentes du volcan avec une vitesse très grande, tandis qu'à l'Etna l'action de la pesanteur n'a dû être que très minime, en raison de la faible quantité de matière solide en suspension, uniquement constituée par

(¹) Il s'en détachait de temps en temps de petites trombes à mouvement giratoire, rappelant celles qui étaient si fréquentes sur les flancs du Vésuve au cours de l'éruption de 1906 : leur marche était beaucoup plus rapide.

de la poussière fine à température peu élevée (la quantité de cendre déposée pendant plus de 12 heures n'a guère dépassé 1^{cm} d'épaisseur) [1]. Il semble donc que c'est surtout sous l'action du vent dominant que se soient mis en marche sur les pentes de la montagne ces singuliers nuages volcaniques, dont de nombreuses photographies permettront de préciser la description.

État du cratère central. — J'ai trouvé le cratère central dans un état fort différent de celui que j'avais constaté en septembre 1905. Il était alors moins large et surtout moins profond (il avait environ 350^{m} de profondeur avec de 650^{m} à 800^{m} environ de diamètre, suivant les fissures considérées); ses parois et son fond, à forme irrégulière, étaient garnis de sublimations à couleurs vives, produites par de nombreuses fumerolles en activité.

Aujourd'hui, il a la forme d'un entonnoir, dont le fond paraît fort étroit; ses bords, très fendillés, s'éboulent continuellement par suite de la production de fissures, qui laissent échapper de la vapeur d'eau, mélangée d'anhydride sulfureux. Les parois intérieures sont uniformément teintées de gris par la cendre fine des dernières explosions.

Aux deux tiers environ de sa paroi orientale, se trouve une bouche assez large, allongée dans la direction Nord-Ouest-Sud-Est et ouverte vers le Nord-Ouest. Elle était en violente activité le 21 mai au matin; à des intervalles rapprochés, s'y produisaient des détonations accompagnées d'émissions de vapeur à odeur sulfureuse. La projection des cendres de la veille avait absolument cessé.

Production d'un champ de fractures. — Dans ma lettre précédente, j'ai indiqué que le paroxysme du 29 avril a été caractérisé par l'ouverture d'une fente de direction moyenne Nord-Nord-Ouest, mesurant plus de 1^{km} de longueur. Nous avons constaté depuis lors que cette fente se prolonge au Nord au delà de la Serra Giannicola piccola; elle y est jalonnée par quelques fumerolles éteintes reconnaissables à leurs sublimations. Elle n'est pas sur le prolongement d'un rayon passant par le cratère, comme cela a lieu généralement pour les fentes éruptives de l'Etna; mais au sud-est du cône terminal, entre celui-ci et la fente en question, nous avons constaté à la surface du sol un grand nombre de fissures, petites ou grandes, de direction assez variée, mais oscillant autour du méridien magnétique. Elles sont donc grossièrement parallèles à la fente éruptive et le prolongement de la direction de quelques-unes d'entre elles passe par le cratère; la bouche observée dans celui-ci est peut-être en relation avec ce système de fracture.

---

(1) Ces cendres ont couvert environ le tiers du cône terminal.

Ces diverses fentes peuvent être suivies parfois sur plusieurs centaines de mètres à travers d'anciennes coulées ou des couches de lapilli. L'une d'elles, située dans un petit hémicycle (à environ 2840^m d'altitude) bordé d'un talus circulaire de lapilli, est largement béante (elle a par places 1^m de largeur et plusieurs mètres de profondeur); au voisinage de cette fente s'en trouvent d'autres, plus petites, qui sont les seules que nous ayons rencontrées, qui fournissent des émissions gazeuses (vapeur d'eau sans odeur).

Ce champ de fractures, qui se prolonge jusque sur le bord du Piano del Lago, mesure environ 500^m de largeur, de l'Est à l'Ouest.

Influence des névés sur la mise en évidence des fractures. — Une particularité curieuse permet de serrer de plus près l'étude de ce système de fractures. Celles-ci ne peuvent guère être suivies que sur les surfaces à peu près planes ou peu inclinées, car, sur les pentes raides formées par des cendres ou des scories, elles disparaissent d'ordinaire sous l'influence de petits éboulements ou de tassements. Il n'en est plus de même sur les larges névés qui, en de nombreux points, cachent encore le sol. Leur surface à peu près régulière, noircie par la poussière volcanique, a enregistré d'une façon frappante les moindres cassures du sol sous-jacent. On peut y constater que celles-ci ne sont pas toujours rectilignes, qu'elles sont parfois curvilignes, à grand rayon de courbure, et qu'enfin les fentes principales, à direction grossièrement parallèle, sont fréquemment réunies par des cassures transversales.

Par la netteté géométrique de ces lignes de fracture, ces névés rappellent les glaces fissurées des expériences synthétiques de Daubrée. Ils sont comparables à une marqueterie, dont les pièces auraient joué les unes par rapport aux autres, en ne subissant que de minimes rejets. Il est vraisemblable que le phénomène devait être plus saisissant encore immédiatement après l'ouverture de ces fentes, due soit au paroxysme lui-même, soit aux tremblements de terre qui l'ont suivi, car depuis lors les irrégularités de la surface du névé tendent à s'atténuer progressivement par suite de la fonte des neiges.

Les matériaux projetés par les explosions du cratère central. — L'examen des flancs du cône m'a permis de constater qu'on n'y rencontre pas de fragments de ces scories stromboliennes, très vitreuses, si abondantes dans le Val del Bove et qui datent du paroxysme du 29 avril. On peut donc assurer que celles-ci proviennent uniquement des bouches nouvelles et qu'au cours de l'éruption, le cratère central n'a été le siège que d'explosions vulcaniennes, dont j'étudierai ultérieurement les produits.

MÉMOIRES LUS.

EMBRYOGÉNIE. — *De quelques points relatifs à la pathogénie des difformités congénitales de la face;* par M. **Le Dentu.**

Les remarquables travaux d'Autenrieth, d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire, de Mukel, de Reichert, de Rathke, de Coste surtout, ont mis en lumière la notion de l'arrêt de développement. L'anatomie pathologique, la clinique et l'expérimentation unirent leurs efforts pour déterminer la nature de la force souvent mystérieuse qui suspend l'évolution des arcs branchiaux et la soudure des bourgeons. En démontrant l'influence sur les œufs des oiseaux de certaines circonstances extérieures, et spécialement des vibrations violentes et des secousses brusques, Dareste fournit quelques données applicables à l'espèce humaine. L'expérimentation chercha plus tard à déceler le rôle des procréateurs, déjà affirmé, mais un peu vaguement établi par l'observation. Des travaux récents ont apporté une plus grande précision dans nos connaissances sur certains points de la question.

Les *causes des malformations faciales* sont *intrinsèques* ou *extrinsèques* par rapport à l'embryon. Les premières sont de deux ordres : purement *mécaniques* (attitudes vicieuses) et *pathologiques* [processus irritatif local atteignant les bourgeons (Virchow); sorte de rachitisme préthyroïdien de même nature que le rachitisme ordinaire qui dépendrait du corps thyroïde (Hœnnike)].

Dans ces notions, l'hypothèse occupe une place exclusive.

Les *causes extrinsèques* sont, elles aussi, *mécaniques* et *pathologiques,* ou se rattachant par un lien direct aux états pathologiques et aux tares des parents.

Depuis longtemps l'observation a fait une place au *traumatisme.* On conçoit qu'il puisse causer dans l'œuf des lésions capables de déterminer une malformation, mais à la condition que cette action extérieure s'exerce avant le quarantième jour, date à laquelle la soudure de tous les bourgeons est effectuée.

Le groupe des *causes extrinsèques mécaniques* comprend encore les *compressions* lentes et irrégulières par l'utérus (J. Cruveilhier, Lannelongue) ou par l'amnios (Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, Dareste) et les *interpositions* diverses entre les parties fœtales en formation (brides amniotiques, tumeurs).

La théorie dite *amniogène* ne peut s'adapter à tous les cas de malformations. A sa généralisation on a objecté avec juste raison : la correspondance ordinairement rigoureuse du siège des fissures anormales avec celui des fentes et sillons normaux; la régularité parfaite des parties frappées par l'arrêt de développement; la réalisation habituelle de types de difformités bien définis qui ne peuvent résulter de l'action désordonnée d'adhérences ou de brides tout accidentelles. Les recherches récentes de Haymann ont corroboré ce que nous savions sur ce point important.

D'autres interpositions, constituées par des tumeurs des méninges, de la langue, des lèvres, des gencives, des kystes d'origines diverses, par la glande pharyngienne (Fein), sont des faits très exceptionnels; les derniers sont même contestables.

Les *causes essentielles* des malformations résident sans doute le plus ordinairement dans des influences émanant des procréateurs.

En ce qui concerne le *système nerveux,* les interprétations déduites de prétendues impressions visuelles ou de simples caprices de l'imagination doivent être impitoyablement rejetées. Les vives commotions morales pendant la phase initiale de la grossesse méritent quelque crédit; il en est de même des états pathologiques des centres nerveux.

On affirme assez vaguement que tout mauvais état de la santé, toute maladie dyscrasique ou constitutionnelle, toute infection, toute intoxication peut troubler le développement embryonnaire. La *tuberculose,* le *paludisme,* le *tabagisme,* le *saturnisme,* l'*alcoolisme,* la *syphilis* ont été spécialement mis en cause. Charrin et Gley ont démontré expérimentalement l'action dystrophique des microbes de l'infection banale et de leurs toxiques. Hœnnike a dernièrement contribué à établir le rôle indéniable de certaines substances toxiques et particulièrement de l'alcool, venant ainsi en aide aux affirmations de la clinique.

L'influence néfaste de la syphilis, déjà reconnue par Lannelongue, T.-R. Baron, Brown, Kirmisson, a été l'objet de recherches importantes dans ces dernières années. Sur plus de 300 enfants syphilitiques atteints de diverses malformations, le professeur Fournier et Edmond Fournier ont relevé 17 pour 100 de difformités palatines. L'action dystrophiante de la syphilis se prolongerait même jusqu'à la deuxième génération (A. Fournier, Edmond Fournier, Barthélemy, Jullien). Malgré les réserves formulées par Zamowsky, Finger, Ogiloie, cette opinion mérite de retenir l'attention.

De ce qui précède se dégage la notion d'une *hérédité pathologique* dont

les manifestations n'ont aucun rapport morphologique avec les lésions présentées par les parents; mais il s'agit de savoir si les types les plus fréquents de malformations faciales, la *labiofissure* (bec-de-lièvre) et la *palatofissure* (division du palais), peuvent se transmettre en tant que difformités, en vertu d'une hérédité qu'on peut appeler *similaire*. On doit se demander si la tare qui les a causés originellement ne s'est pas éteinte graduellement, en s'individualisant, pour ainsi dire, dans une malformation donnée, si étroitement qu'elle ne peut plus être considérée que comme un principe de transmission héréditaire ayant subi à la longue une sorte de prescription.

L'analyse des travaux les plus récents sur cette matière fournit un solide appui à cette conception. Elle confirme les assertions de Houston, Demarquay, Roux, Rennert, Passavant, Fritsche, relatives à la fréquence des malformations familiales. Les importantes statistiques de Bein, de Haymann, de Haug, qui groupent plus de 2500 cas de labiofissure et de palatofissure, permettent de fixer à $\frac{1}{6}$ (16,50 pour 100) la proportion de l'hérédité similaire; mais celle-ci s'exerce sous des modalités diverses. Dans une première série, qui comprend le tiers (Haymann) ou la moitié des faits (Haug), la même difformité avait frappé à des degrés variables plusieurs enfants (de 2 à 4) d'une même famille, dans le sens le plus restreint du terme, sans que les procréateurs en eussent présenté une semblable. Ici l'influence de ces derniers, de la mère du moins, quoique indéniable, s'enveloppe de mystère, et l'on est tenté de chercher une explication dans quelque réveil d'atavisme associé ou non à l'action immédiate mal définie des parents.

Les autres faits ressortissant à l'*hérédité similaire* prochaine ou éloignée, et collatérale, tirent leur valeur des arbres généalogiques édifiés par Passavant jadis, par Haymann récemment, où la multiplicité parfois extraordinaire des mêmes malformations acquiert une haute signification. Dans quelques familles, la prédisposition aux fissures labio-maxillo-palatines persiste pendant trois ou quatre générations. Quoique cette hérédité n'atteigne habituellement que quelques-uns des descendants directs, la tendance à la malformation peut reparaître, même après deux générations, chez les arrière-petits-fils.

L'influence paternelle, contestée par quelques auteurs, serait ou égale à celle de la mère ou seulement un peu moins marquée. La malformation aurait, dans certaines familles, de la tendance à s'aggraver par le fait de sa transmission. Si cette dernière s'opérait surtout par la mère, on aurait quelque peine à admettre qu'elle soit homœosexuelle, ainsi qu'on a pu le dire, puisque le sexe masculin est beaucoup plus atteint que le féminin.

Sur les 1381 cas des statistiques réunies de Bein, de Fahrenbach et de Haug, on compte 871 garçons, ou 64 pour 100, contre 510 filles, soit 36 pour 100, en gros 2 garçons pour 1 fille. L'embryologie n'a pas encore fourni une explication satisfaisante de ce fait que les trois quarts des becs-de-lièvre unilatéraux siègent à gauche; les 1095 cas des mêmes statistiques, analysés à ce point de vue, donnent une proportion de 74 pour 100 pour le côté gauche.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à procéder à la désignation de deux candidats à chacune des deux places de Membres titulaires, vacantes au Bureau des Longitudes, par suite du décès de MM. *Lœwy* et *Janssen*.

(Renvoi à une Commission composée, suivant l'usage, des trois Sections de Géométrie, d'Astronomie et Navigation et du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les rampes critiques en automobile*, par M. Ch. Lallemand;
2° *L'avenir des continents*, par M. Ch. Lallemand.

ÉLECTRICITÉ. — *Stabilité de la marche en parallèle des alternateurs auto-excités.* Note de M. **Dumoulin**, présentée par M. H. Becquerel.

La plupart des alternateurs à auto-excitation comportent un collecteur redresseur, relié aux électros inducteurs, qui transforme en courant sensiblement continu le courant alternatif reçu par les balais. Le courant inducteur de ces alternateurs et, par suite, leur force électromotrice dépendent de la valeur moyenne de la différence de potentiel aux balais, entre les limites déterminées par la commutation. Cette valeur moyenne varie naturellement avec la phase; il est facile de voir qu'un décalage de phase produit l'effet d'un décalage des balais et inversement.

Considérons un alternateur auto-excité, dont les balais auraient été décalés, dans le sens de la rotation, en avant de la position correspondant à la force électromotrice maxima. Couplons-le en parallèle avec un réseau et

admettons qu'une impulsion perturbatrice quelconque vienne, à un moment donné, établir un certain régime oscillatoire.

Pendant le mouvement d'avance de l'alternateur, la différence de potentiel alternative aux balais, qui est liée à celle du réseau, présentera par rapport à la commutation un retard de phase croissant; ce retard de phase, agissant comme une diminution du décalage des balais en avant, fera augmenter la différence de potentiel redressée moyenne aux bornes des inducteurs.

Étant donnée la valeur élevée de la constante de temps de ceux-ci, la variation du courant inducteur se trouvera retardée, par rapport à la variation de cette différence de potentiel moyenne, d'environ un quart de période : cette période étant celle de l'oscillation. Le courant inducteur et la force électromotrice de l'alternateur prendront donc à ce moment des valeurs également croissantes, mais inférieures aux valeurs normales. Il en résultera une diminution du couple résistant et un accroissement de l'avance angulaire.

Dans l'autre sens de l'oscillation, le retard de la variation du courant inducteur aura comme conséquence, au contraire, une augmentation du couple résistant, ce qui tendra encore à amplifier l'écart angulaire.

L'amplitude des oscillations croîtra alors rapidement, et l'alternateur ne pourra pas fonctionner en parallèle.

Si nous supposons maintenant les balais décalés en arrière, un raisonnement analogue fait voir que cette condition sera particulièrement favorable à la marche en parallèle, puisqu'elle fera correspondre au mouvement d'avance une augmentation du couple résistant et au retard une diminution de ce couple.

On peut étudier l'influence du décalage des balais sur la marche en parallèle en partant de l'équation du mouvement de l'alternateur. On trouve que le mouvement oscillatoire est toujours un mouvement pendulaire amorti et que l'écart angulaire peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$\theta = e^{-\left(\frac{\rho - a}{2J}\right)t}\frac{\Omega}{m}\sin mt;$$

ρ et J représentent respectivement l'amortissement naturel de l'alternateur et le moment d'inertie de la partie tournante; a est un facteur proportionnel au sinus de l'angle de décalage des balais; il est > 0 pour un décalage en avant et < 0 pour un décalage en arrière.

L'expression de θ montre que l'effet du décalage des balais est de modifier

l'amortissement des oscillations; le décalage en arrière augmente l'amortissement et facilite ainsi la marche en parallèle.

Il est surtout intéressant de remarquer que l'énergie correspondant à l'amortissement positif, dû au décalage des balais en arrière, est absorbée par le réseau; elle n'est pas tout entière dispersée inutilement comme celle que l'amortissement naturel transforme en chaleur.

Cette propriété remarquable des redresseurs de courant de permettre d'obtenir, *sans perte d'énergie*, un effet d'amortissement puissant et facilement réglable serait sans doute susceptible de recevoir certaines applications, dans quelques cas de résonance bien caractérisée, ou pour compenser des irrégularités trop importantes du couple moteur.

Nous avons eu l'occasion de vérifier, aux mines d'Anzin, toutes les conséquences de la théorie ci-dessus, sur deux alternateurs volants auto-excités, dont le couplage en parallèle offrit longtemps de grandes difficultés, jusqu'au moment où nous nous fûmes rendu compte de l'influence du décalage des balais.

PHYSIQUE. — *Sur deux régimes différents de l'arc au fer.* Note de MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry**, présentée par M. Deslandres.

En étudiant les propriétés de l'arc entre tiges de fer lorsqu'on fait varier sa longueur et l'intensité du courant, nous avons découvert que deux régimes sont possibles, différant par l'aspect de l'arc et par ses conditions électriques.

Sous le régime qu'on obtient le plus facilement, l'arc a l'aspect suivant : sur la goutte de fer fondu qui termine chaque électrode se trouve un point brillant qui émet les raies d'étincelle ([1]). Deux flammes jaillissant de ces deux points vont à la rencontre l'une de l'autre et forment ainsi le corps gazeux de l'arc; la flamme négative, examinée visuellement, est la plus brillante. Ces flammes émettent les raies d'arc, à l'exclusion des raies d'étincelle. C'est dans le spectre de la flamme négative qu'on trouve de nombreuses raies renversées. Les raies des métaux qui existent en très petite quantité comme impuretés du fer se manifestent uniquement dans la flamme négative.

Ce régime est le seul stable lorsque le courant est intense. Partant de cet

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 751.

état, laissant fixes la longueur de l'arc et la force électromotrice de la source de courant, si l'on augmente la résistance du circuit, on peut passer brusquement à un autre régime : le point brillant de l'électrode positive et la flamme correspondante disparaissent, tandis que rien n'est changé au pôle négatif. Ce second régime n'est stable que pour de faibles intensités de courant; il est plus facile à obtenir quand la source a une grande force électromotrice (220 ou 440 volts), en intercalant une grande résistance. Si l'on diminue alors la résistance du circuit, il arrive un moment où l'on repasse brusquement au premier régime. Le passage d'un régime à l'autre ne se fait pas pour une valeur de l'intensité parfaitement définie; il y a un intervalle où, pour une même intensité, on peut avoir l'un ou l'autre régime.

Ces deux régimes présentent également une différence très nette au point de vue électrique.

Pour une même intensité de courant et pour une même longueur d'arc, la différence de potentiel entre les électrodes est notablement plus élevée dans le second régime que dans le premier. Pour chaque longueur d'arc, on peut tracer une courbe qui donne la différence de potentiel entre les électrodes en fonction de l'intensité du courant, et cela pour chacun des deux régimes. Le Tableau suivant se rapporte à l'arc de 10^{mm} de longueur; les tiges de fer, placées verticalement, avaient 7^{mm} de diamètre, l'électrode inférieure étant la positive. Le courant était pris sur une distribution à 220 volts.

Intensité.	Différence de potentiel.	
	Premier régime.	Second régime.
amp 4	volts 60	»
3	63	»
2,5	60	»
2	75	»
1,8	78	volts 90
1,5	85	96
1,3	92	102
1	»	117
0,9	»	121
0,7	»	137

Les deux branches de courbes correspondant aux deux séries de nombres de ce Tableau semblent constituées par deux parties d'une même courbe, écartées, en ordonnées, d'une douzaine de volts. D'ailleurs, elles ont l'allure générale de celles qui ont été établies par Mme Ayrton [1] pour l'arc entre charbons. Des formules empiriques,

(1) HERTHA AYRTON, *The electric arc*.

analogues à celles qui conviennent à ce dernier cas, représentent convenablement la relation entre la longueur de l'arc, l'intensité du courant et la différence de potentiel :

Premier régime (deux flammes)....... $V = 38 + 1,1 \times l + \frac{5,5 \times l}{i}$

Second régime (flamme négative seule). $V = 50 + 1,1 \times l + \frac{5,5 \times l}{i}$

V est la différence de potentiel exprimée en volts, i l'intensité en ampères, l la longueur de l'arc en millimètres.

Ces formules représentent les valeurs observées à 2 ou 3 volts près, ce qui est la limite de précision des observations. Le courant n'a pas dépassé 5 ampères et la longueur de l'arc n'a pas dépassé 15^{mm}.

Lorsque, l'électrode positive étant en fer, l'autre électrode est faite d'une autre substance (cuivre ou charbon), on peut encore obtenir les deux régimes, l'un avec et l'autre sans la flamme positive. Lorsque la flamme positive existe, elle donne avec intensité le spectre d'arc de fer, et le point brillant qui lui sert de base donne les raies d'étincelle. Le spectre du fer disparaît presque complètement quand la flamme positive n'existe plus. Dans tous les cas, le spectre du métal qui forme l'électrode négative est très intense (1).

Nous n'avons pas réussi à obtenir le régime à une seule flamme lorsque l'électrode négative est d'un autre métal que le fer (cuivre, nickel).

Le fait qu'on peut obtenir un arc réduit à la partie négative montre bien le rôle prédominant que joue la cathode. Cela est d'accord avec la théorie électronique de l'arc, suivant laquelle il y a émission d'électrons négatifs par la cathode portée à haute température par le choc des ions positifs. Quant à l'anode, elle ne joue pas forcément un rôle actif dans le phénomène. Dans le cas où elle intervient (deux flammes), l'arc est plus conducteur et, pour une même intensité de courant, la différence de potentiel est plus faible. Une preuve du rôle nécessaire de la cathode est apportée par l'expérience suivante : on peut obtenir un arc entre une électrode solide (fer, cuivre, charbon) et la surface d'un électrolyte, mais seulement dans le cas où l'électrode solide est cathode.

(1) On sait que l'arc entre charbons présente aussi deux régimes : l'arc silencieux ordinaire, pour des intensités modérées, et l'arc sifflant pour des intensités fortes. Le passage se fait pour des intensités beaucoup plus grandes que dans le cas du fer. On constate aussi une brusque diminution de la tension lorsqu'on passe du régime silencieux au régime sifflant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les hydrates des acides gras, d'après les mesures de viscosité de leurs solutions.* Note de M. **D.-E. Tsakalotos**, présentée par M. G. Lemoine.

L'étude des coefficients de viscosité des systèmes binaires ([1]) fournit un moyen, assez simple et très sensible, de déceler l'existence de combinaisons moléculaires à l'état liquide, même dans le cas d'une dissociation partielle de ces combinaisons.

La méthode employée est celle de Poiseuille-Ostwald. Le viscosimètre est immergé dans un bain d'eau maintenu à la température constante de 20°. On mesure les durées d'écoulement avec un chronographe au $\frac{1}{5}$ de seconde. Les déterminations de densités sont effectuées avec un pycnomètre de Sprengel-Ostwald d'environ 4^{cm^3} de capacité.

Les coefficients de viscosité (η) ont été calculés d'après la formule : $\eta = K\,dt$, où K est la constante de l'appareil, d la densité du liquide et t la durée d'écoulement. On détermine la valeur de K en mesurant le temps d'écoulement du benzène. La valeur de $\frac{\eta}{d}$ est extraite de la Table dressée par MM. Guye et Friderich. On trouve, à 20°,

$$K = 0,0002121.$$

Les résultats sont reproduits dans les Tables suivantes : la première colonne contient les concentrations en acide pour 100; la deuxième, les durées d'écoulement en secondes; la troisième, les densités, et la quatrième, les coefficients de viscosité en dynes par centimètre carré.

1. *Acide formique et eau.*

HCOOH pour 100.	t.	d_4^{20}.	η_{20}.
0.....	47,4	0,9982	0,01003
20,2...	49,8	1,049	0,01108
40,6...	53,5	1,098	0,01246
61,1...	59,0	1,143	0,01430

2. *Acide acétique et eau* ([2]).

CH^3COOH. pour 100.	t.	d_4^{20}.	η_{20}.
0....	47,4	0,9982	0,01002
22,3..	69,0	1,026	0,01502
40,7..	87,0	1,046	0,01930
50,4..	97,8	1,055	0,02188

([1]) *Cf.* Tsakalotos, *Bulletin de la Société chimique*, 4e série, t. III-IV, 1908, p. 234. D'après les températures d'ébullition, Roscoë avait conclu pour l'acide formique à l'hydrate ($4HCOOH + 3H^2O$). Lorin a décrit l'hydrate ($2HCOOH + 3H^2O$).

Kreemann (*Sitzungsberichte der W. Academie*, t. CXVI, 1907, p. 795), d'après les courbes de fusion, admet qu'il n'existe pas de combinaisons moléculaires entre l'eau et les acides formique ou acétique.

([2]) Cf. Dunstan, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XLIX, 1904, p. 595.

1. *Acide formique et eau.*

HCOOH pour 100.	t.	d_4^{20}.	η_{20}.
68,4...	60,2	1,159	0,01480
74,5...	61,8	1,171	0,01535
77,2...	63,2	1,176	0,01576
87,1...	66,0	1,192	0,01669
100.....	69,0	1,216	0,01780

2. *Acide acétique et eau.*

CH^3COOH pour 100.	t.	d_4^{20}.	η_{20}.
62,2..	106,1	1,064	0,02404
71,2..	118,2	1,068	0,02617
77,9..	119,8	1,069	0,02716
85,6..	103,6	1,067	0,02344
100....	57,6	1,052	0,01286

3. *Acide propionique et eau.*

CH^3CH^2COOH pour 100.	t.	d_4^{20}.	η_{20}.
0.....	77,4	0,9982	0,01003
34,6...	91,4	1,022	0,01982
68,9...	126,6	1,025	0,02752
74,2...	128,8	1,023	0,02794
79,8...	137,4	1,020	0,02973
90,0...	122,2	1,012	0,02622
100,0...	52,8	0,9945	0,01114

4. *Acide butyrique et eau.*

$CH^3CH^2CH^2COOH$ pour 100.	t.	d_4^{20}.	η_{20}.
0....	47,4	0,9982	0,01003
29,5..	102,6	1,006	0,02189
49,0..	146,2	0,9986	0,03096
68,2..	169,0	0,9933	0,03560
74,6..	170,5	0,9889	0,03576
82,2..	162,8	0,9856	0,03404
89,1..	141,4	0,9779	0,03015
100....	77,8	0,9652	0,01585

On voit d'après ces mesures que, bien que l'acide formique à l'état isolé possède un coefficient de viscosité supérieur à celui de ses homologues, les solutions aqueuses de cet acide possèdent des coefficients de viscosité η bien inférieurs à ceux des solutions correspondantes des autres acides gras de la même série :

	A l'état isolé.	1^{mol} acide avec 1^{mol} eau.
Acide formique..............	$\eta = 0,01780$	$\eta = 0,01480$
» acétique..............	$\eta = 0,01286$	$\eta = 0,02716$
» propionique...........	$\eta = 0,01114$	$\eta = 0,02973$
» butyrique (normal).....	$\eta = 0,01585$	$\eta = 0,03404$

Les coefficients de viscosité du système HCOOH et H^2O présentent des valeurs un peu inférieures à celles calculées par la règle des mélanges. Les autres systèmes, au contraire, possèdent des coefficients de viscosité bien supérieurs à ceux calculés par cette règle. Leurs diagrammes présentent un maximum bien défini qui correspond à la concentration (1^{mol} acide avec 1^{mol} eau) pour les acides acétique et propionique et qui s'écarte un peu de cette concentration pour l'acide butyrique.

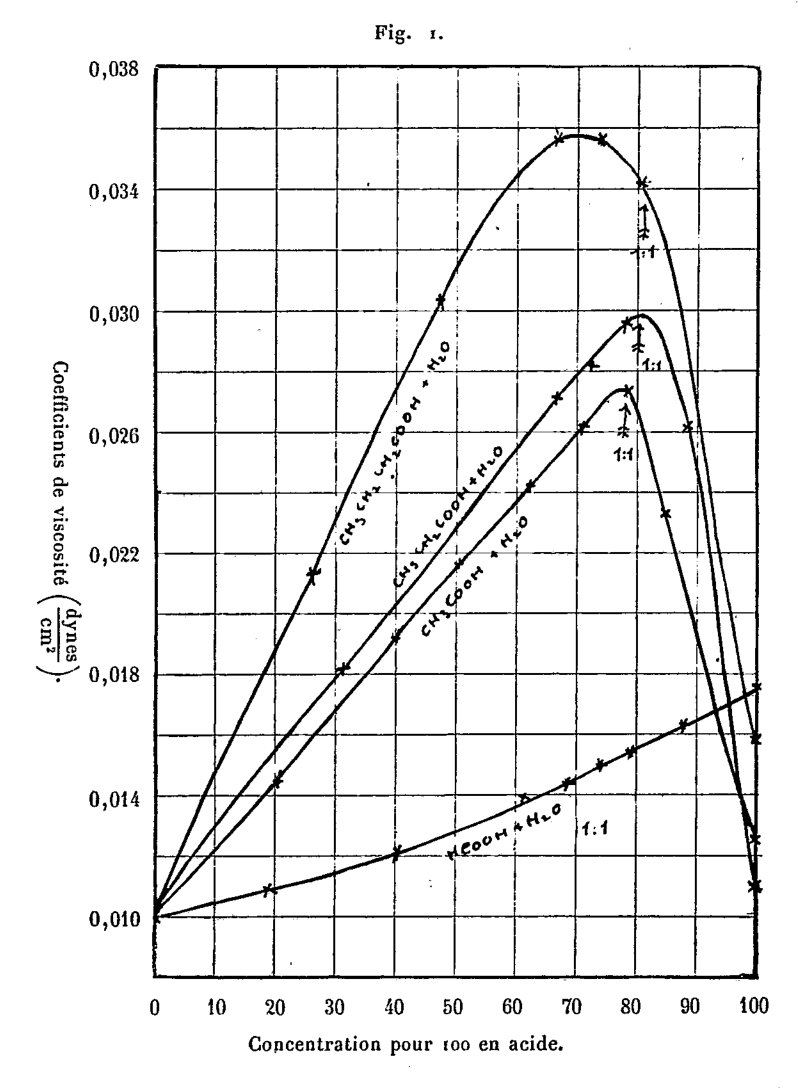
L'étude des coefficients de viscosité démontre donc qu'à l'état liquide *il n'existe pas de combinaison entre l'acide formique et l'eau, tandis que les*

acides acétique, propionique et butyrique forment des combinaisons moleculaires :

($CH^3COOH + H^2O$), ($CH^3CH^2COOH + H^2O$), ($CH^3CH^2CH^2COOH + H^2O$).

L'acide isobutyrique et l'eau, à la température de 20°, forment deux

Fig. 1.



Concentration pour 100 en acide.

couches superposées entre les concentrations de 20 à 50 pour 100 (en acide isobutyrique) ([1]). Les solutions homogènes nous ont donné des coefficients

([1]) AUTONOW, *Journal de Chimie physique*, t. V, 1907, p. 363.

de viscosité supérieurs à ceux calculés par la règle de mélanges. L'étude complète de ce système est l'objet d'un travail en cours *sur la viscosité dans la zone critique*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'ammoniac sur le chlorazoture de phosphore.* Note de MM. **Besson** et **Rosset**, présentée par M. Troost.

Stokes [1] a déjà signalé, dans l'action d'une solution ammoniacale sur une solution éthérée de chlorazoture, la formation d'un corps solide cristallisé, soluble dans l'eau, de composition $P^3N^3Cl^4(NH^2)^2$, qu'on peut considérer comme un dérivé amidé du chlorazoture $P^3N^3Cl^6$.

Nous avons repris l'action de l'ammoniac sur le chlorazoture en évitant de faire intervenir l'eau dans la réaction, et, en opérant soit avec l'ammoniac liquéfié, soit avec le gaz sec sur une solution de chlorazoture dans le chlorure de carbone pur et sec, nous avons obtenu des résultats différents.

Action de l'ammoniac liquéfié. — Si l'on condense du gaz ammoniac sec et pur au contact de chlorazoture pulvérisé maintenu refroidi par de la neige carbonique, on constate qu'au début il se déclare une réaction assez vive, mais bientôt la masse de chlorazoture s'agglomère et la réaction ne se poursuit plus que lentement. Pour achever la saturation et épuiser le produit de la réaction par l'ammoniac liquéfié, nous avons opéré en tube scellé de la façon suivante. Un tube de verre résistant, fermé à l'une de ses extrémités, est étranglé dans sa partie moyenne et on liquéfie du gaz ammoniac sec dans le réservoir inférieur. L'étranglement est alors partiellement obturé par un tampon d'amiante enrobant un tube de verre fin qui dépasse à peine le tampon d'amiante dans sa partie inférieure, mais s'allonge d'une quinzaine de centimètres au-dessus; c'est dans l'espace annulaire supérieur qu'on introduit le produit bien pulvérisé de la réaction préliminaire, débarrassé au préalable de l'excès d'ammoniac liquide. (La réaction préliminaire est utile à réaliser, sinon la matière s'agglomère ultérieurement et il faut un temps très long pour qu'elle se laisse traverser par l'ammoniac.) Le tube étant scellé, on entoure sa partie supérieure d'un manchon parcouru par de l'eau froide, tandis que la partie inférieure est légèrement chauffée au bain-marie; les vapeurs ammoniacales se condensent au contact des parois supérieures refroidies, l'ammoniac liquide imbibe la substance et ne tarde pas à filtrer d'une façon régulière. Au bout de 1 mois à 6 semaines, l'épuisement est terminé; on ouvre le tube avec précaution et, par une section faite à l'étranglement, on sépare les produits de la réaction, soluble et insoluble dans l'ammoniac liquide. La matière qui était dissoute est formée exclusivement de chlorhydrate d'ammoniaque; celle insoluble est un corps solide

[1] *Berichte d. d. C. G.*, t. XXVIII, 1895, p. 437.

blanc, très soluble dans l'eau; débarrassée de l'excès d'ammoniac dans le vide phosphorique, elle correspond à la composition PN^3H^4.

Ce corps peut être considéré comme un produit de substitution amidé du chlorazoture formé d'après l'équation [sans tenir compte de la condensation triplex de la molécule du chlorazoture $(PNCl^2)^3$]

$$PNCl^2 + 4NH^3 = 2NH^4Cl + PN(NH^2)^2.$$

Ce corps, chauffé dans le vide à 220° pendant plusieurs jours, perd un peu de NH^3 et sa composition se rapproche, sans l'atteindre, de celle du phospham de Gerhardt, dont la genèse résulterait de l'équation bien simple

$$PN(NH^2)^2 = NH^3 + PN^2H.$$

Action de l'ammoniac gazeux. — Si l'on fait passer un courant de gaz ammoniac sec dans une solution de chlorazoture dans CCl^4 sec, il ne tarde pas à se former un précipité blanc qui convertit le liquide en un magma épais; ce produit brut de la réaction, étant mis à épuiser par CCl^4 au Soxhlet ou en tube scellé, au moyen du dispositif précédemment décrit, abandonne lentement à ce dissolvant un corps solide qui y est presque insoluble à froid, un peu soluble à chaud; recristallisé dans CCl^4, il se présente sous forme de fines aiguilles prismatiques très légères, d'un éclat soyeux très brillant; l'assemblage d'un certain nombre de ces cristaux constitue un feutrage qui rappelle celui de la fibre d'amiante.

Ce corps, insoluble dans l'éther, le sulfure de carbone, se dissout et se décompose lentement au contact de l'eau; il se détruit sous l'action de la chaleur à une température inférieure à celle de sa fusion; sa composition correspond à la formule la plus simple $P^2N^3Cl^3H^2$, qu'on peut considérer comme un dérivé amidé en vertu de l'équation

$$2PNCl^2 + 2NH^3 = NH^4Cl + P^2N^2Cl^3(NH^2).$$

On voit que ce corps diffère de celui de Stokes en ce qu'il est un monosubstitué de NH^2 à Cl dans $\frac{2}{3}$ de molécule du chlorazoture $(PNCl^2)^3$, tandis que celui de Stokes est un bisubstitué de NH^2 à 2Cl dans une molécule entière [le complexe moléculaire $(PNCl^2)^2$ n'a pas encore été isolé, tandis que celui correspondant à $(PNCl^2)^4$ est connu et, en doublant la formule du corps, il pourrait s'y rattacher].

Le produit brut étant totalement épuisé par CCl^4, il reste un corps solide blanc amorphe, renfermant du P, du Cl, de l'N et de l'H, mais qui ne semble pas être un composé défini; nous avons été conduits à admettre qu'il était constitué par un mélange de NH^4Cl et du corps $PN(NH^2)^2$

obtenu déjà dans l'action de NH^3 liq. sur le chlorazoture : sous l'action de la chaleur au vide, il abandonne NH^4Cl qui se sublime et le résidu présente une composition analogue à celle de la décomposition du corps $PN(NH^2)^2$ sous l'action de la chaleur. Cela étant admis, nous pouvons formuler d'une façon générale l'action du gaz ammoniac sec sur le chlorazoture dans les conditions où nous nous sommes placés par l'équation

$$(PNCl^2)^3 + 6NH^3 = P^2N^2Cl^3(NH^2) \text{ soluble dans } CCl^4$$
$$+ 3NH^4Cl + PN(NH^2)^2 \text{ insolubles dans } CCl^4,$$

le premier de ces corps pouvant être considéré comme un terme intermédiaire, le dernier comme le terme final de l'action de NH^3 sur $(PNCl^2)^3$; l'expérience montre, en effet, que la proportion relative de l'un et de l'autre corps, formés dans la réaction, dépend de la température à laquelle on opère et de la quantité d'ammoniac qui a réagi : le premier se forme surtout à basse température en présence d'une quantité limitée d'ammoniac, le dernier avec un excès de ce gaz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers phosphoriques acides du gaïacol.* Note de MM. **V. Auger** et **P. Dupuis**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

On ne connaît actuellement que le phosphate neutre $OP(O.C^6H^4OCH^3)^3$ obtenu par traitement du gaïacol par PCl^5 et décomposition par l'eau du produit formé [1]. Nous sommes parvenus à obtenir les phosphates acides contenant 1^{mol} ou 2^{mol} de gaïacol pour 1^{mol} de PO^4H^3 par trois méthodes : 1° en faisant réagir à l'ébullition $POCl^3$ sur le gaïacol; on obtient, suivant les conditions de l'expérience, le dichlorure de gaïacophosphoryle, le chlorure de digaïacophosphoryle et le phosphate neutre de gaïacol; l'hydrolyse des chlorures fournit les deux acides correspondants : acide gaïacophosphorique et acide digaïacophosphorique; 2° en faisant réagir, à froid, $POCl^3$ sur un mélange de gaïacol et de pyridine; le sel de pyridine obtenu, décomposé par un alcali, fournit les sels des éthers-acides formés; cette méthode est particulièrement avantageuse pour préparer l'acide digaïacophosphorique; 3° en saponifiant avec la soude alcoolique en

(1) Di Boscogrande, *Atti real. Accad. Linc.*, 5e série, t. VI (2), p. 33.

quantité calculée le phosphate neutre de gaïacol. On obtient un mélange des sels d'éthers-acides qu'on sépare facilement, comme on le verra plus loin.

Dichlorure de gaïacophosphoryle $CH^3O.C^6H^4.O.POCl^2$. — On l'obtient en chauffant au bain d'huile, à l'ascendant, un mélange de gaïacol et d'oxychlorure de phosphore, à molécules égales. Lorsque la quantité de H Cl correspondant à la réaction $CH^3OC^6H^4OH + POCl^3 = HCl + CH^3OC^6H^4.O.POCl^2$ s'est dégagée, on fractionne le produit sous 30^{mm}, en prenant les portions passant à 178°-180°. C'est une huile incolore qui s'hydrolyse facilement avec l'eau, en donnant l'acide correspondant. A l'analyse on a trouvé pour 100 : P, 12,86; C, 34,41; H, 2,97; Cl, 29,35. Calculé pour $C^7H^7Cl^2O^3P$: P, 12,71; C, 34,85; H, 2,90; Cl, 29,46.

Acide monogaïacophophorique $CH^3OC^6H^4OPO(OH)^2$. — Préparé par hydrolyse de son chlorure; on évapore dans le vide sulfurique la solution obtenue et on l'obtient en fines aiguilles déliquescentes très solubles dans l'alcool, peu solubles dans le benzène bouillant. Il fond à 94° et fournit à l'analyse, pour 100 : P, 14,99; calculé, 15,19.

Sels. — Les sels alcalins de cet acide sont solubles dans l'eau; les sels alcalino-terreux et ceux des métaux lourds sont insolubles.

Gaïocophosphate de sodium $CH^3OC^6H^4OPO(ONa)^2 + 2H^2O$. — Cristaux très solubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool à 95°.

Gaïacophosphates de calcium $CH^3OC^6H^4OPO^3Ca$. — *Sel neutre :* précipité cristallin blanc, insoluble dans l'eau. *Sel acide :* aiguilles solubles dans l'eau.

Gaïacophosphates de cuivre $CH^3OC^6H^4OPO^3Cu$. — Poudre verte insoluble dans l'eau.

Chlorure de digaïacophosphoryle $(CH^3O.C^6H^4O)^2:POCl$. — On l'a préparé comme le précédent, en employant 2^{mol} de gaïacol pour 1^{mol} de $POCl^3$; il est nécessaire ici de chauffer à 200° environ au bain d'huile, et l'on ne peut éviter la décomposition d'une petite partie du gaïacol qui, sous l'influence de H Cl, se déméthyle en donnant CH^3Cl. En recueillant ce dernier, nous avons pu constater que $\frac{1}{20}$ environ du gaïacol était ainsi transformé en pyrocatéchine. Le chlorure pur passe sous 15^{mm} à 258°. C'est une huile incolore très épaisse et qui s'hydrolyse lentement avec l'eau, en donnant l'acide correspondant. A l'analyse, on a obtenu pour 100 : P, 9,42; C, 51,74; H, 4,45; Cl, 10,71. Calculé pour $C^{14}H^{14}ClO^5P$: P, 9,44; C, 51,14; H, 4,26; Cl, 10,80.

Acide digaïacophosphorique $(CH^3O.C^6H^4O)^2:PO.OH$. — On peut l'obtenir par hydrolyse du chlorure précédent, mais il est plus avantageux de faire réagir, à froid, $POCl^3$ sur 2^{mol} de gaïacol en présence d'un excès de pyridine, et en diluant les deux solutions avec du benzène :

$$POCl^3 + 2CH^3OC^6H^4OH + 3Py = 2Py, HCl + (CH^3OC^6H^4O)^2POCl, Py.$$

Après avoir essoré le chlorhydrate de pyridine, on distille le benzène et agite à chaud l'huile restante avec de la lessive de soude. On hydrolyse ainsi le composé pyridique chloré et obtient le sel de sodium de l'acide. En traitant au bain-marie le phosphate neutre par une solution alcoolique de soude, molécule à molécule, on obtient aussi ce sel en grande quantité. L'acide libre peut être facilement isolé en acidulant la solution

de son sel de sodium par H Cl; bien qu'il soit assez soluble dans l'eau, il devient insoluble par addition d'un excès d'acide. Il cristallise de la solution aqueuse en belles tables incolores, probablement orthorhombiques, très solubles dans l'alcool, le benzène et le chloroforme, insolubles dans l'acide chlorhydrique concentré. Il fond à 97° et donne à l'analyse, pour 100 : P, 9,84; calculé, 10,00.

Sels. — Ses sels sont en grande partie solubles dans l'eau.

Digaïacophosphate de sodium $(CH^3OC^6H^4O)^2PONa + H^2O$. — Cristaux nacrés solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Digaïacophosphate de calcium $[(CH^3OC^6H^4O)^2PO]^2Ca + 4H^2O$. — Grandes aiguilles prismatiques solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Digaïacophosphate de cuivre $[(CH^3OC^6H^4O)^2PO]^2Cu + 3H^2O$. — Beaux cristaux prismatiques verts, solubles dans l'eau.

Ces deux derniers sels peuvent être employés lorsqu'on veut séparer un mélange des acides mono- et digaïacophosphorique, car les sels correspondants de l'acide monogaïacophosphorique sont insolubles dans l'eau.

Déméthylation du gaïacol par le mélange d'oxychlorure de phosphore et pyridine. — Dans le cours de nos essais, nous avons remarqué que, si l'on chauffe vers 120° un mélange de ces trois produits, en employant la pyridine en excès, il se dégage abondamment du chlorure de méthyle; si l'on traite par l'éther le mélange refroidi dilué et acidulé, on peut en extraire la pyrocatéchine formée; en aucun cas il ne nous a été possible de trouver un éther phosphorique de la pyrocatéchine par cette méthode; il semble donc que le phosphate de gaïacol d'abord formé est saponifié en même temps que le groupe CH^3 est enlevé du gaïacol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mecanisme des cyclisations dans la série géranique; synthèse et structure du dihydromyrcène.* Note de M. M. TIFFENEAU, présentée par M. A. Haller.

La formation de deux séries de dérivés α et β par isomérisation des composés géraniques a conduit Tiemann (¹) à interpréter cette cyclisation par fixation et élimination successives de 2^{mol} d'eau, alors que, comme l'avaient montré Barbier et Bouveault (²), un seul oxhydrile suffit strictement pour produire la cyclisation

$$(CH^3)^2{:}C{:}CH(CH^2)^2.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}{:}CH.CO^2H \rightarrow (CH^3)^2{:}C\,\boxed{OH}\,.CH^2(CH^2)^2.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}(OH).\overset{*}{C}H\,\boxed{H}\,.CO^2H;$$

(¹) TIEMANN, *D. chem. Ges.*, t. XXXI, 1898, p. 854.

(²) BARBIER et BOUVEAULT, *B. Soc. chim.*, t. XV, 1896, p. 1006.

on voit, d'après le schéma de cette isomérisation géranique, que l'oxhydrile non utilisé à la cyclisation peut s'éliminer avec l'un ou l'autre des carbones voisins pour former les isomères α et β. Pour vérifier cette interprétation, j'ai entrepris d'étudier l'isomérisation des dérivés géraniques dans lesquels les hydrogènes du carbone (*) sont substitués par un ou deux méthyles tels que les dérivés méthyl- et diméthylgéraniques.

I. *Série méthylgéranique; synthèse du dihydromyrcène.* — Par condensation de la méthylhepténone naturelle en présence de Zn ou de Mg, soit avec l'α-bromopropionate d'éthyle, soit avec les α-chloropropionates d'éthyle ou d'amyle, j'ai obtenu les éthers éthylique et amylique de l'acide oxydihydro-α-méthylgéranique (triméthyl-2.3.7-octène 6, col 3, oïque 1)

$$(CH^3)^2:C:CH.(CH^2)^2.C(OH)(CH^3).CH(CH^3).CO^2H.$$

L'éther éthylique bout vers 145°-146° sous 15^{mm} ($d_0 = 0,9694$) et l'éther amylique vers 175°-185° sous 14^{mm} ($d_0 = 0,953$); ce dernier se déshydrate partiellement au cours de la distillation.

Chacun de ces éthers, soumis à l'action du chlorure d'acétyle, se déshydrate en donnant l'éther α-méthylgéranique correspondant : l'éther éthylique bouillant à 239°-240° à la pression ordinaire ($d_0 = 0,9259$) et l'éther amylique à 275°-277° ($d_0 = 0,9134$).

La saponification de ces éthers conduit à l'acide α-méthylgéranique (triméthyl-2.3.7-octadiène-2.6-oïque), $(CH^3)^3 : C : CH.(CH^2)^2.C(CH^3) : C(CH^3).CO^2H$. Cet acide bout vers 156°-158° sous 13^{mm} ($d_0 = 0,964$). Distillé lentement à la pression ordinaire, il perd CO^2 et se transforme presque intégralement en un carbure identique au dihydroocimène d'Enklaar (¹) et par conséquent au dihydromyrcène de Semmler (²), $(CH^3)^2 : C : CH.(CH^2)^2.C(CH^3) : CH.CH^3$ (diméthyl-2.6-octadiène-2.6). Le dihydromyrcène synthétique bout à 165°-167° sous 750^{mm}; $d_0 = 0,7916$; $d_{14,4} = 0,7811$; $n_{D15°,8} = 1,45102$; R. M. calculée 47,27; trouvée 46,97; il fournit un tétrabromure fusible comme celui d'Enklaar à 88°. Cette identification confirme les conclusions de cet auteur sur la nature de la chaîne terminale $(CH^3)^2C =$ et montre que la déshydratation de l'acide oxydihydrométhylgéranique s'est bien effectuée aux dépens de l'hydrogène du carbone tertiaire voisin.

L'*isomérisation* du méthylgéraniate d'amyle par SO^4H^2 ne s'est pas produite; par contre, l'acide méthylgéranique a été transformé dans les mêmes conditions en un acide cyclique : éb. 155°-158° sous 11^{mm}; $d_0 = 1,0071$; cet acide distillé à la pression ordinaire perd CO^2 en donnant un carbure identique au cyclodihydromyrcène de Semmler (³) : éb. 168°-170° sous 70^{mm}; $d_0 = 0,8325$; $d_{14°,9} = 0,8217$; $n_{D14°,9} = 1,460$; R. M. calculée = 45,56; trouvée = 45,99; ce carbure ne fixe plus que 2^{at} de brome.

Il est vraisemblable que dans l'action de SO^4H^2 sur l'acide et sur son éther la fixa-

(¹) ENKLAAR, *Travaux chim. des Pays-Bas*, 1907.
(²) SEMMLER, *D. ch. Ges.*, t. XXXIV, 1901, p. 3126.
(³) *Loc. cit.*, p. 3128.

tion d'eau sur les carbones 2.3 s'est effectuée différemment; avec l'acide, l'oxhydrile s'est fixé sur le carbone 3 et avec l'éther sur le carbone 2; je reviendrai prochainement sur cette question.

II. *Série diméthylgéranique.* — La condensation de la méthylhepténone avec le bromoisobutyrate d'éthyle a fourni l'éther éthylique de l'acide oxydihydro-$\alpha\alpha$-diméthylgéranique: éb. 160°-163° sous 14mm; $d_0 = 0,9644$; la déshydratation par le chlorure d'acétyle fournit l'$\alpha\alpha$-diméthylgéraniate d'éthyle bouillant à 248°-251°; $d_0 = 0,9208$; $n_D = 1,4609$; l'acide $\alpha\alpha$-diméthylgéranique bout à 166°-168° sous 15mm.

L'éther éthylique ne se cyclise pas par l'acide sulfurique. Les autres dérivés seront étudiés ultérieurement en même temps que seront formulées les conclusions sur le mécanisme de ces diverses cyclisations.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'hydrolyse protoplasmique.* Note de MM. **A. Étard** et **A. Vila**, présentée par M. Roux.

1. Nous avons déjà fait remarquer que, si des traces d'acides ou de bases suffisent pour scinder les amyloïdes, il n'en est pas de même pour agir efficacement sur les protoplasmides. Dans ce cas, il faut consommer des matériaux acides ou basiques d'hydrolyse en quantité telle qu'ils soient capables de saturer les azotes présents et peut-être même, dans le cas de l'acide sulfurique, de sulfoner la matière quaternaire.

Dans ces conditions, le poids du réactif auxiliaire peut égaler celui du tissu mis en expérience. La valeur de l'acidité qu'on doit appliquer se règle d'ailleurs expérimentalement et dépend de la constitution des corps azotés.

Dès que le but de fragmenter par hydrolyse les molécules biologiques au delà du terme peptone est atteint, il s'agit de chasser très exactement le réactif choisi. Le cas le plus favorable consiste dans l'emploi de la baryte, dont le sulfate est incomparablement plus insoluble que celui de chaux. La masse du sel inerte est considérable et malgré des lavages complets il retient encore 0,4 pour 100 de matière organique, soit 4g par kilogramme de perte.

2. Dès que le travail précité a conduit à un sirop pur, à peine ambré, fait des débris chimiques des agrégats vivants, il n'en faut rien sacrifier en vue d'obtenir un corps. Il faut instituer une méthode régulière pour séparer ce qui se présente sans compromettre quoi que ce soit. C'est en cette étude laborieuse que gît la Chimie comparée des tissus et des espèces.

Pour cela, on a essayé divers moyens : le plus recommandé et malheureusement le plus encombrant est l'acide phosphotungstique. On est amené, par la suite, à éliminer cet acide de ses combinaisons avec l'arginine, la lysine, l'hystidine, etc., sous forme

de sel de baryum $P^2O^5.24WO^3.BaO.60H^2O$ dont le poids moléculaire est, en nombres ronds, de 7000.

Par rapport à cette masse, les molécules à isoler ne sont que de 174 pour l'arginine et moins encore pour les autres bases, toutes très peu abondantes dans les produits d'hydrolyse. Peu de matière échappe à la masse prépondérante qui se teint, et, encore, faut-il des milieux très purs, car les sels, les principes des urines, de la salive et des humeurs précipitent des masses énormes de phosphotungstique. Dans l'hypothèse la plus favorable, le précipité tungstique ne peut contenir que 2,7 pour 100 de bases hexoniques et il faut les en extraire, puis les séparer. Au mieux, 97,3 pour 100 d'acide retient un peu d'impureté.

M. Copeaux a bien voulu nous dire que dans cette série du tungstène les sels acides condensés se formaient très souvent. Toutes ces raisons conduisent à écarter l'acide phosphotungstique des travaux de biochimie.

3. Les matériaux biologiques paraissent avoir une importance massive. Cependant, ils ne donnent, après examen approfondi, que de rares centièmes de corps connus. La matière vivante, faite surtout d'eau, souvent 75 pour 100, puis de graisses, 10 pour 100 pour ses actes mécaniques, n'est animée, au point de vue chimique, que par quelques centièmes d'acides aminés. Là se trouve la cause principale des pertes apparentes que nous cherchons à définir. Dans les actes de l'hydrolyse protoplasmique, on ne sait jamais le véritable poids de matière organique dont on part et auquel sera rapporté le rendement en aminés.

En effet, un tissu séché à 100°, à poids constant, est en état d'équilibre, mais il n'est pas sec. Une nouvelle quantité d'eau de constitution se dégage à 110°, à 120°, ...

En chauffant plus haut, la matière se lactonise de plus en plus, comme le sucre se caramélise.

Ne sachant jamais partir d'un composé anhydre, nul ne peut s'attendre à des rendements fixes.

Conclusions. — Les composés azotés provenant de la dissection des protoplasmides sont très peu abondants. Les rendements élevés proviennent de calculs d'azote fondés sur des hypothèses, mais non de l'expérience.

Les précipités à poids atomiques élevés donnent une idée inexacte de la matière organique véritable qu'ils peuvent contenir.

MINÉRALOGIE. — *Sur les relations des microgranites avec les diabases de la vallée de la Meuse.* Note de M. J. DE LAPPARENT, présentée par M. Wallerant.

Les microgranites de la vallée de la Meuse sont des roches intrusives : cette hypothèse, longtemps controversée, peut être définitivement justifiée

par la présence d'une petite apophyse issue d'une des masses principales de la roche (*Dames de Meuse*) que j'ai eu la bonne fortune d'observer récemment.

A ces roches acides sont associées, dans la même région, des roches vertes basiques, de composition minéralogique constante. La Vallée-Poussin et Renard les ont décrites. Elles sont constituées d'amphibole et de feldspaths très altérés, chargés de grains d'épidote et de chlorite. On y trouve aussi comme élément caratéristique le produit de décomposition des fers titanés connu sous le nom de *leucoxène*. Ces roches ont la structure des diabases.

Ces microgranites et ces diabases, tous en filons couches, peuvent être indépendants les uns des autres : dans ce cas, il est possible d'observer le métamorphisme que chacun d'eux a déterminé sur les schistes encaissants.

Au contact des microgranites il ne s'est guère produit, sur quelques mètres, qu'un durcissement des schistes. L'état d'altération de la roche ainsi modifiée ne permet pas d'observations précises. Dans un cas particulier, il s'est développé dans le schiste des cristaux de quartz et d'albite avec un peu de muscovite. En aucun cas il n'y a passage du microgranite au schiste modifié. La ligne de démarcation est toujours nette entre les deux.

Au contact de la diabase massive on trouve une roche schisteuse verte, chargée de calcite et d'épidote, contenant des cristaux de feldspaths identiques à ceux de la diabase, mais pas d'amphibole. Un peu plus loin du contact, la roche a l'aspect d'un schiste durci, ne contient plus de feldspaths, mais est très riche en rutile réparti dans une matière chloriteuse.

D'autres gisements où ces microgranites et ces diabases sont associés permettent d'observer entre les deux roches des relations intéressantes.

C'est ainsi qu'aux Dames de Meuse le filon de microgranite situé au toit de la couche de diabase n'en est séparé en certains endroits que par une faible épaisseur d'une roche verte schisteuse : celle-ci ne contient pas d'amphibole et est très riche en biotite. Microscopiquement elle offre le même aspect que la diabase, contient les mêmes leucoxènes et les mêmes cristaux de feldspaths, mais l'amphibole y est remplacée par de la biotite. En d'autres endroits le contact se fait par l'intermédiaire de 1^{cm} à 2^{cm} d'une roche composée de grands microlites d'albite, de quartz et de produits titanifères, le tout présentant la structure doléritique. Cette roche confine à la diabase par l'intermédiaire d'une autre roche verte sans amphibole avec chlorite et oxyde de fer.

A son contact avec l'une ou l'autre de ces roches le microgranite possède la même structure et la même composition que dans sa masse.

On peut en conclure que la diabase n'a exercé sur le microgranite aucune

action de contact, alors que c'est précisément elle qui est modifiée par lui.

D'ailleurs il faut noter que les schistes superposés au microgranite et dans lesquels celui-ci a provoqué la formation de cristaux de quartz et d'albite ont une structure et une composition minéralogiques identiques à celles de la roche de contact des gisements isolés de diabase.

De sorte que nous sommes conduit à admettre que le microgranite, postérieur à la diabase, a fait intrusion entre la diabase elle-même et sa roche de contact, superposant son métamorphisme à celui déjà provoqué par la diabase et modifiant cette dernière à son contact.

L'étude du célèbre gisement des usines de Mairus permet de préciser davantage les rapports de ces deux roches.

En effet, à quelques mètres du microgranite, on reconnaît l'existence d'une roche verte massive contenant des cristaux d'albite et de quartz assez volumineux. Cette roche, dans laquelle le microscope décèle en outre de la biotite, contient de l'amphibole, des feldspaths et du leucoxène : c'est une véritable diabase.

Elle passe, quand on se rapproche du microgranite, à une roche schisteuse, mécaniquement déformée, contenant encore des cristaux d'albite et de quartz, beaucoup de biotite, mais plus du tout d'amphibole. La limite est encore nette entre la diabase ainsi modifiée et le microgranite.

Là encore l'éruption du microgranite est postérieure à l'éruption de la diabase.

D'autre part, on peut constater que, dans les portions de la diabase métamorphisée, qui contiennent de l'amphibole et des cristaux de quartz, ces derniers sont entourés d'une zone de petits cristaux d'amphibole. Cette observation amène à conclure qu'au moment où se sont développés les cristaux de quartz les composés minéralogiques de la diabase n'étaient pas encore cristallisés. D'un autre côté, l'absence d'amphibole près du microgranite et son remplacement par la biotite étayent cette idée que dans cette région du magma diabasique, par suite de l'influence du magma microgranitique, toute formation de métasilicate a été empêchée.

En résumé, les conclusions à tirer de ces remarques sont les suivantes :

1° L'éruption des microgranites de la vallée de la Meuse est postérieure à celle des diabases;

2° Au moment de l'éruption des microgranites le magma des diabases n'était pas encore consolidé;

3° Dans la zone en contact immédiat avec le microgranite, le métasilicate qui normalement devait se produire dans la diabase est remplacé par de la biotite.

PARASITOLOGIE. — *Sur un nouveau genre, parasite des Chrysomonadinées, le* Lecythodytes paradoxus ([1]). Note de M. P.-A. **Dangeard**, présentée par M. Guignard.

Les espèces du genre *Chromulina*, et en particulier le *C. Rosanoffii* Woron, se développent parfois dans l'eau des réservoirs ou des bassins en quantité si considérable, qu'elles forment à la surface une véritable nappe qui se plisse sous l'action du vent.

Il existe donc pour ces espèces microscopiques, dont la taille n'excède guère une vingtaine de μ, une puissance de reproduction vraiment extraordinaire : elle semble supérieure, dans certains cas, à celle qui permet aux Eugléniens et aux Chlamydomonadinées de colorer en quelques jours une grande masse d'eau en vert.

A diverses reprises, nous avons fait connaître les épidémies meurtrières qui viennent de temps à autre s'opposer à la multiplication indéfinie de ces dernières algues; nous voudrions aujourd'hui signaler une épidémie analogue qui sévit sur les *Chromulina* et qui est due à l'action d'un parasite vraiment très curieux dans sa manière d'être et dans les effets qu'il produit.

Les *Chromulina*, sous la forme kystes, peuvent être comparés assez exactement à de petits ballons d'expérience qui flotteraient à la surface de l'eau, le goulot tourné vers le bas; à l'intérieur de ces kystes, de nouveaux germes se produisent continuellement au moyen de bipartitions successives.

En se réfugiant ainsi au-dessus de l'eau, il semble que le *Chromulina* ait voulu se mettre à l'abri des nombreux ennemis qui, dans l'eau, le guettent et le dévorent; cet infiniment petit a réalisé, en sens différent, le but que poursuivaient nos ancêtres dans leurs habitations lacustres.

Malheureusement, il s'est trouvé un ennemi qui a su forcer la porte de l'habitation et qui, pénétrant par le goulot du ballon, s'attaque au *Chromulina* et à sa progéniture.

Ce parasite se présente, dans l'eau, sous la forme d'une zoospore allongée, amincie aux deux extrémités qui se terminent chacune par un long flagellum. Ces zoospores avancent en ligne droite en agitant leur flagellum d'avant. Le protoplasma est homogène et incolore, sauf vers le tiers postérieur du corps où se trouvent de petits granules réfringents. Ce sont ces zoospores qui, nageant dans l'eau, entrent par le goulot, à l'intérieur des kystes du *Chromulina;* elles y pénètrent d'autant plus facilement que leur corps est éminemment contractile et peut s'étirer et s'étendre comme celui d'une amibe.

([1]) De λήκυθος, ampoule, et δύτης, qui entre.

Le parasite n'occupe pas de position déterminée dans la cellule; assez souvent, il reste en avant au voisinage du col; mais on le trouve tout aussi bien sur le côté, au milieu ou tout au fond de la bouteille. Bien que la coque du kyste soit assez épaisse et colorée, la distinction du parasite et de l'hôte peut toujours être faite au moyen de réactifs appropriés. Tandis que la Chrysomonadinée possède un cytoplasme achromatique clair, avec granules de leucosine et fragments de chromatophores, le parasite montre un protoplasma beaucoup plus dense, légèrement chromatique et un noyau plus gros. Ce noyau se trouve dans une sorte de chambre centrale qu'il n'occupe pas tout entière; c'est une disposition que nous avons retrouvée dans des espèces voisines des *Microgromia* et du genre *Platoum*.

Ce parasite se nourrit en saprophyte; toutefois, à en juger par la présence de certains granules dans la zone externe, il serait aussi capable d'ingérer dans cette zone des particules alimentaires et de les y digérer; pendant que le protoplasma de l'hôte disparaît progressivement, celui du parasite augmente de volume et il finit par remplir toute la coque.

On chercherait vainement trace d'une membrane analogue à celle qui existe chez la plupart des organismes inférieurs tout au moins au stade de la reproduction; le cytoplasme reste nu pendant toute son existence.

La multiplication se fait au moyen de zoospores qui sont au nombre de 4, 8 ou 16; le chiffre 8 m'a paru plus fréquent. Ces zoospores se forment par des bipartitions successives accompagnées chacune par une division correspondante du noyau.

Les zoospores s'agitent parfois longtemps dans la coque du *Chromulina* avant d'effectuer leur sortie; elles finissent par traverser l'une après l'autre le goulot du kyste en se déformant comme des amibes; arrivées à l'extérieur, elles prennent rapidement la forme zoospore sous laquelle elles vont à la recherche de nouvelles victimes.

En 3 ou 4 jours, des cultures prospères du *Chromulina* se trouvent décimées.

La position systématique de cet organisme nouveau est difficile à préciser. On pourrait être tenté de le rapprocher des Chytridiacées inférieures telles que le *Sphærita endogena* ou encore des Monadinées zoosporées; mais, à notre avis, ce serait faire fausse route. Nous serions plutôt disposé à voir ici un cas analogue à celui du Bernard-l'Ermite; un Rhizopode, voisin des Gromides, aurait emprunté la coque des *Chromulina* et se serait orienté dans la direction des Flagellés en multipliant le nombre de ses bipartitions. Nous aurions ainsi l'explication du fait que le cytoplasme du corps reste nu pendant toute son existence, ce qui constitue une exception extrêmement rare parmi les êtres vivants.

BOTANIQUE. — *Sur les propagules et les bulbilles obtenus expérimentalement chez quelques espèces de Mousses du genre* Barbula. Note de M. **Jacques Maheu**, présentée par M. Guignard.

Dans les conditions normales, la plupart des espèces du genre *Barbula* sont toujours dépourvues de propagules. D'autres peuvent en présenter autour de la nervure de leurs feuilles, mais se reproduisent néanmoins par spores, nées d'un sporogone. Seul, le *Barbula papillosa* Wils. est apogame et présente, sur ses feuilles, une multitude de ces organes destinés à la propagation de l'espèce (celle-ci n'ayant été rencontrée que deux fois fructifiée, en Australie).

Quelques-unes de ces espèces, toujours dépourvues de propagules dans le cours de leur vie normale, peuvent en acquérir dans des conditions biologiques particulières.

Dès 1874, Müller (1) a pu obtenir accidentellement de tels organes sur les *Barbula muralis* Hedw., *B. ruralis* Hedw., *B. revoluta* Schw. cultivés entre deux feuilles de ouate de tourbe, suspendues au-dessus de l'eau.

En plaçant dans une atmosphère confinée, saturée de vapeur d'eau, un certain nombre de *Barbula* pris parmi les plus répandus (*B. muralis* Hedw., *B. ruralis* Hedw., *B. convoluta* Hedw., *B. subulata* Hedw., *B. papillosa* Wils., *B. lævipila* Brid., *B. vinealis* Brid.), nous avons obtenu, au bout d'un temps variant de 1 à 3 mois, des filaments protonématiques propagulifères, partant des feuilles ou des tiges. Or Limpricht (2) n'a jamais fait mention de ces organes dans les espèces précitées, sauf pour le *Barbula papillosa* Wils., et Warnstorf (3), qui cependant a tenu un très grand compte de la forme des propagules dans ses diagnoses, n'en parle pas davantage.

Dans les cultures, les différentes espèces perdent bientôt leurs caractères propres et tentent de s'uniformiser. Après 2 mois, les tiges, les feuilles et les fragments de sporogones donnent naissance à des filaments protonématiques. Ces derniers proviennent, en général, d'organes en voie de mortification.

---

(1) Hermann Müller, *Die Sporenworkeime und Zweigworkeime der Laubmoose,* Leipzig, 1874.

(2) L.-G. Limpricht, *Die Laubmoose* (*Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Œsterreich und der Schweiz,* Leipzig, 1903).

(3) C. Warnstorf, *Moose* (*Kryptogamenflora der Mark.,* Brandenburg, 1902).

Mais cette régénération peut s'observer sur les échantillons en pleine vigueur. Sur ces protonémas se développent les propagules.

Ces derniers ont des formes variables. Ils sont en sphères pluricellulaires ayant un diamètre de 80^{μ} à 180^{μ}, tantôt isolés (*B. lævipila* Brid., *B. convoluta* Hedw., *B. papillosa* Wils.), tantôt en groupe (*B. lævipila* Brid., *B. ruralis* Hedw.) ou même soudés en colonnettes (*B. muralis* Hedw.).

Dans le *B. papillosa* Wils., les propagules, analogues à ceux existant normalement sur les feuilles, se développent sur les rhizoïdes.

Mais le *B. vinealis* Brid. a montré les phénomènes les plus intéressants.

Cette espèce donne, au bout de 3 mois de culture, des protonémas provenant des tiges ou des feuilles sur lesquels apparaissent des propagules ovoïdes pluricellulaires ayant 110^{μ} de long et 60^{μ} de large. Ils sont bourrés de chloroplastides et épaississent bientôt leurs parois. Ils germent et se transforment en bourgeons, origine de tiges feuillées. Enfin on peut voir, sur la nervure de quelques feuilles, se produire des bulbilles analogues à celles qui se développent à l'aisselle des feuilles de *Webera annotina* Schw. Ces éléments très caducs tombent sur le sol et se transforment en bourgeons foliacés analogues à ceux donnés par les propagules des protonémas issus des feuilles.

Au moment de leur germination, les cellules des propagules se gorgent de chlorophylle. Des filaments sortent de cellules appelées *nématogènes* par Correns, pour former des axes de protonéma, ou bien le propagule donne directement la plantule. Vivant aux dépens de cet organe, la plante se développe ; bientôt les cellules inférieures de ce propagule (cellules *nématogènes-rhizoïdes*) donnent des rhizoïdes.

La séparation de la plantule se fait le long de la lamelle moyenne de l'unique cellule formant le pied du propagule sur le protonéma ; c'est la séparation *schizolyte* de Correns.

Nos cultures, dont quelques-unes se sont maintenues depuis deux ans, ont constamment montré une régression des échantillons.

Il semble donc que nos propagules ne peuvent assurer indéfiniment la conservation de l'espèce, mais servent à la maintenir (*organes multiplicateurs*) pour lui permettre de produire les organes sexués (*archégones* et *anthéridies*), destinés à la formation de l'œuf (*organe de reproduction*).

La production des propagules est due aux conditions culturales : saturation d'un milieu confiné par la vapeur d'eau. L'influence de l'humidité semble même prépondérante, des touffes des mêmes espèces cultivées dans des conditions normales n'ayant pas produit d'organe multiplicateur. Les cultures faites à la lumière et à l'obscurité ont donné les mêmes résultats. Cependant les cultures à la lumière donnent des filaments ayant l'apparence de protonémas, tandis qu'à l'obscurité ils prennent les caractères des rhizoïdes.

Or, on considère avec raison les propagules comme équivalents du protonéma dont ils dérivent. D'autre part, les rhizoïdes nous ont donné des pro-

beaucoup ce que l'on voit dans les autres organes glandulaires des Mollusques.

Chacune d'elles comprend : 1° une unique *cellule sécrétante*, volumineuse, pouvant atteindre 130^{μ}, à noyau lui aussi très développé, et dont le protoplasme, dans la phase active de sécrétion, se creuse d'une grande vacuole centrale, où s'accumule le liquide sécrété; 2° un *calice musculaire*, d'une épaisseur relativement considérable (15^{μ} en moyenne), entourant complètement la cellule glandulaire, formé de fibres musculaires et d'éléments conjonctifs entremêlés, et servant manifestement à expulser violemment, à la suite d'une excitation extérieure, le liquide de défense; 3° un *canal excréteur*, en relation avec la vacuole centrale de la cellule glandulaire, et revêtu d'une assise épithéliale de grosses cellules claires, ayant vraisemblablement aussi un rôle sécréteur. Fréquemment, ces dernières cellules font hernie dans l'intérieur du calice. Ce dernier paraît s'arrêter brusquement au point où commence le col, sur lequel il ne se continue que par une très mince couche musculo-conjonctive.

En même temps que ces glandes de Blochmann, sont inclus, dans le manteau du Scaphandre, d'autres organes glandulaires, qui leur ressemblent beaucoup, mais en diffèrent essentiellement en ce que leur calice ne renferme pas une cellule unique, mais est entièrement rempli par de petites cellules, à petit noyau, et dont les limites paraissent assez imprécises; elles sont très analogues aux cellules du canal, avec lesquelles elles se continuent sans aucune démarcation. Sommes-nous en présence d'un type glandulaire spécial et indépendant, ou bien d'un stade d'évolution plus avancé des glandes de Blochmann? Nous dirons seulement ici que plusieurs raisons nous paraissent militer en faveur de cette dernière alternative.

II. Une glande d'un deuxième type, incluse aussi dans l'épaisseur du manteau, s'observe presque immédiatement en avant de la lèvre antérieure de la fente palléale. Dans cette région, le manteau se prolonge en un repli étroit, qui limite une gouttière palléale, dirigée en avant vers la tête; c'est dans ce repli, exactement contre le fond de la gouttière, que se trouve la glande en question, que nous appellerons *glande intrapalléale*. Elle ne paraît avoir été vue d'une façon certaine par aucun des auteurs qui ont étudié le Scaphandre.

C'est un organe coloré sur le vivant en brun légèrement violacé, de 4^{mm} à 5^{mm} de largeur maximum, de forme ovoïde, légèrement allongée parallèlement à la ligne d'attache du manteau, et déterminant une légère saillie à

pagules (*B. papillosa Wils.*) et les cultures faites à l'obscurité ne produisent que des rhizoïdes propagulifères. Le protonéma a donc la même valeur morphologique que le rhizoïde.

Non seulement propagules, protonémas, rhizoïdes sont des homologues, mais nous avons pu passer de l'un à l'autre, soit dans un sens, soit dans un autre. Le propagule peut naître d'un rhizoïde ou d'un protonéma et donner à son tour, en germant, rhizoïdes ou protonémas, ou son homologue la tige feuillée, dont le représentant le moins différencié est la bulbille.

En ce qui concerne le genre *Barbula*, nos recherches fournissent la preuve expérimentale que les rhizoïdes, les protonémas, les propagules (pris dans le sens le plus large du mot), les bulbilles et les tiges feuillées, ne sont que des modes variés d'évolution d'un seul et même organe adapté à des conditions de vie différentes, mais fondamentalement homologues.

ZOOLOGIE. — *Les glandes palléales de défense chez le* Scaphander lignarius *L.* Note de MM. **Rémy Perrier** et **Henri Fischer**, présentée par M. Edmond Perrier.

Un *Scaphander lignarius* peut, sous l'influence d'une excitation suffisante, émettre un liquide jaunâtre et visqueux, paraissant avoir une action défensive. Ce liquide est sécrété par des organes glandulaires inclus dans l'épaisseur du manteau, mais dont la structure n'a pas été étudiée. Nous avons reconnu que ces organes de défense ont une grande extension dans la série des Tectibranches, mais c'est chez le Scaphandre qu'ils présentent la différenciation la plus avancée. En laissant de côté le cæcum glandulaire spiral, dont le rôle n'est pas jusqu'ici très clair, nous trouvons, dans cette espèce, deux sortes de glandes palléales de défense.

I. Un premier type d'organes glandulaires, qu'on retrouve chez beaucoup de Tectibranches, consiste en de très nombreuses glandes, à peine visibles à l'œil nu, venant déboucher sur la face inférieure du manteau tournée vers la cavité palléale; elles sont localisées sur une zone assez large, parallèle au bord du manteau, depuis la lèvre postérieure de la fente palléale jusqu'à sa lèvre antérieure et même au delà. Nous les nommerons *glandes de Blochmann;* car, malgré d'importantes différences, elles se ramènent au type des glandes qui sécrètent le liquide violet ou opalin des Aplysies, et dont cet auteur a fait connaître la structure.

Ces glandes présentent un très haut degré de différenciation, qui dépasse

la face interne de celui-ci. Son contour est déchiqueté par des incisures assez profondes, et elle est en rapport avec de volumineuses lacunes sanguines.

Elle présente un orifice très étroit, en forme de boutonnière, invisible à l'œil nu, s'ouvrant dans la gouttière palléale, sur la face inférieure du manteau. Autour de l'orifice se trouvent de nombreuses fibres musculaires, orientées en sens divers, qui, sans former un sphincter spécialisé, peuvent cependant en jouer le rôle.

La glande est formée par la réunion d'un ensemble de tubes ramifiés irrégulièrement, étroitement accolés les uns aux autres et ne se séparant qu'à la périphérie de la glande, ce qui donne lieu aux incisures que montre l'examen macroscopique. Tous ces tubes aboutissent à une cavité centrale spacieuse et irrégulière, en relation directe avec l'orifice et servant de réservoir au liquide sécrété.

L'espace occupé par la glande intrapalléale est traversé par des fibres musculaires très longues, orientées perpendiculairement à la surface du manteau et allant d'une face à l'autre de celui-ci; d'autres sont plus ou moins obliques, et un grand nombre se localisent sur le pourtour de la cavité centrale ou dans son voisinage. Ces fibres musculaires ne peuvent avoir d'autre rôle que d'expulser avec force le liquide produit par la glande et emmagasiné dans le réservoir central.

L'épithélium des tubes glandulaires est formé de cellules disposées en une seule assise; elles sont toutes semblables, à peu près isodiamétriques, à protoplasme peu colorable, à noyau tantôt gros et clair, tantôt petit et condensé, suivant l'âge et l'activité de la cellule; ces cellules sont très analogues aux cellules rénales, et leur mode de sécrétion est pareil à celui que l'un de nous a décrit pour le rein des Mollusques et particulièrement des Gastéropodes : formation d'une vacuole claire, contenant de fines granulations colorées en rose par l'éosine, et quelquefois des concrétions solides; émission de cette vacuole entourée d'une mince pellicule protoplasmique; ces dernières se montrent en amas considérables dans la cavité centrale de la glande, prêtes à être évacuées. Le revêtement épithélial de cette dernière est d'un type un peu différent : les cellules y paraissent aussi glandulaires, et leur sécrétion se fait par le même processus, mais elles sont beaucoup plus longues et minces, et leur protoplasme basilaire se colore fortement à l'hématoxyline, se distinguant très nettement de la partie vacuolaire, qui reste incolore et fait saillie à la surface libre de l'épithélium, sous forme d'une grosse vésicule renflée. Nous n'avons pas constaté dans ce revêtement, pas

plus d'ailleurs que dans le reste de la glande, la présence de cellules ciliées.

Les homologies de la glande intrapalléale ne ressortent pas encore de façon bien nette des études comparatives que nous avons entreprises. Sa situation rappelle celle de la glande de Bohadsch des Aplysies; mais la structure histologique de celle-ci, élucidée par Mazzarelli, et qui est celle même des glandes de Blochmann, rend douteuse l'homologation des deux organes. D'autre part, la forme et la nature des cellules glandulaires, le processus de leur sécrétion, l'irrigation intensive de la glande par du sang veineux se rendant *directement* à l'oreillette rappellent singulièrement ce qui se passe pour le rein; mais les connexions avec le péricarde, telles du moins que jusqu'ici elles paraissent être, rendent une assimilation avec un deuxième rein (le rein gauche) un peu aventureuse.

ANTHROPOLOGIE. — *Les dernières peintures découvertes dans la grotte du Portel (Ariège).* Note de MM. **A. Breuil**, **L. Jammes** et **R. Jeannel**, présentée par M. Alfred Giard.

Des Notes antérieures (1) ont fait connaître l'existence, dans la grotte du Portel, de soixante peintures environ, dont certaines représentent l'Homme et le Renne. Le 8 avril dernier, une nouvelle exploration à laquelle prenaient part MM. Fauveau et Jammes, accompagnés de M. l'abbé Breuil, invité à venir étudier ces récentes découvertes, a permis de constater l'existence d'une nouvelle galerie ornée.

Après avoir examiné les peintures déjà signalées, M. Breuil, ayant pris l'initiative de pénétrer dans un recoin tortueux, resté encore inaperçu, se trouva bientôt, avec ses compagnons, en présence d'un long couloir, aussi riche en œuvres d'art que les autres galeries. Soustrait par son accès difficile aux dégradations des visiteurs ce couloir offrait les peintures les mieux conservées de la grotte.

Dans cette Note nous donnons leur description sommaire.

---

(1) R. Jeannel, *Sur la découverte, dans la grotte du Portel, de peintures paléolithiques représentant l'Homme et des animaux* (*Comptes rendus*, 23 mars 1908). — L. Jammes, R. Jeannel et F. Regnault, *Nouvelles peintures paléolithiques dans la grotte du Portel* (*Soc. Hist. nat. Toulouse*, 18 mars 1908).

A. En allant de l'entrée vers le fond, on rencontre successivement, à droite :

1° Des *gravures*, non observées encore au Portel, représentant un petit *Bison* et un *Cheval*, l'un et l'autre très soignés.

2° Dans une niche étroite, analogue à la cachette précédemment signalée contenant la ramure de Renne au trait rouge, se trouvent : une seconde ramure de *Renne* au trait noir, un petit *Bison* traité de la même manière, un *Bouquetin* modelé en noir, les cornes vues de face, un petit *Cheval* noir, au trait, superposé à un dessin linéaire rouge incomplet, d'autres superpositions vagues et difficiles à interpréter.

La même anfractuosité contient aussi un dos de *Cheval* dessiné en pointillé brun rouge, avec une encolure faite d'un double arceau de points et une oreille en brun noir. Le procédé au pointillé n'avait pas encore été observé dans la grotte.

3° Plus loin, se trouve un panneau composé des meilleures peintures. Il comprend, de droite à gauche : un *Bison* tourné à gauche, en noir, peu modelé, la queue relevée en crosse, un second *Bison*, plus petit, faisant face au précédent, de même technique, enfin, un troisième *Bison*, le plus remarquable de la caverne. La tête tout entière, y compris le chignon et la barbe, le fanon, le poitrail, les pattes, le ventre, sont peints en noir uni; les cornes, la ligne dorsale et la queue sont seulement au trait noir. Un fin travail de gravure souligne les différentes parties de l'animal. L'œil a été dessiné à deux reprises, indiquant un repentir de l'artiste.

4° Au delà, le plafond s'abaisse et la galerie se termine bientôt en cul-de-sac. Ici encore, la voûte et les parois portent de nombreux dessins : une fissure assimilable à une échine de *Bison* a incité le peintre à compléter ce sujet par l'ajout de cornes et d'un chignon; deux autres petits *Bisons*, au trait noir, peu modelés, sont peints sur la voûte, ainsi qu'un grand mufle très soigné. Un peu au delà se trouve un *Renne* entier, de petite taille, tracé en noir; la tête gracieusement relevée ramène les ramures vers le dos; les pattes sont négligées.

B. En revenant du fond vers l'entrée on trouve sur la paroi opposée :

D'abord, deux traits noirs disposés comme les deux yeux d'une face. Sur le plafond, non loin des beaux *Bisons* signalés plus haut, se trouve un petit *Bison* au trait noir tourné à gauche. Enfin, vis-à-vis du Cheval gravé se trouve un *Cheval noir*, stalagmité, peu visible. De-ci de-là, on aperçoit des frottis rouges et d'autres signes de même couleur; l'un d'eux est de forme ovale, l'autre en V.

C. Une dernière observation relative aux vestiges de l'Ours des cavernes peut être également faite. M. Cartailhac avait déjà noté des lignes qu'il considère comme les traces des griffes de ce fauve. La nouvelle galerie contient ces stries en grand nombre. En maints endroits les murailles portent des traînées presque fraîches de raies parallèles en série de quatre ou cinq.

Le sol, au bord des vasques et le long des murs, offre les mêmes empreintes. Toutefois, il paraît difficile, en raison des dimensions médiocres de ces vestiges, de penser à des Ours adultes. Peut-être l'orifice d'entrée,

très étroit, n'a-t-il pu donner passage qu'à des carnassiers de moindre taille.

Telle que nous la connaissons, la grotte du Portel paraît être, à l'heure actuelle, par le nombre et la qualité de ses peintures, l'une des plus intéressantes des Pyrénées. Grâce à l'obligeance éclairée de M. de Vézian, son propriétaire, une porte protège, dès à présent, ce précieux musée et le met à l'abri des détériorations.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un instrument, l'entoptoscope, pour examiner la macula.* Note de M. **Paul Fortin**, présentée par M. Dastre.

La méthode entoptique permet d'examiner d'une façon très précise la macula humaine. Il suffisait de rechercher les conditions donnant le maximum de netteté aux phénomènes suivants : 1° vision des houppes de Haidinger; 2° vision des cônes de la fovéa et des fins vaisseaux l'environnant; 3° vision de la circulation du sang. L'entoptoscope réalise ces conditions.

1° Pour faire apparaître les houppes, au lieu de diriger le nicol vers le ciel, il est préférable de le tourner soit vers la neige où elles sont très visibles en jaune, soit, ce qui vaut mieux encore, vers un écran éclairé par la lumière bleue des lampes à vapeur de mercure, lampes Cooper Hewitt. Je me sers de lampes construites spécialement à très large diamètre fonctionnant sur l'alternatif à l'aide de la soupape électrique Cooper Hewitt.

Le prisme de Nicol est encerclé dans un premier tube de telle façon que son axe coïncide avec celui de ce dernier. Le premier tube tourne à frottement doux dans un second, lequel est un peu plus large et fixé sur un support. L'ensemble formant une sorte de lunette est dirigé vers la lumière des lampes concentrée par des lentilles. Sur le trajet des rayons lumineux est disposé un écran transparent aux seuls rayons bleus du spectre du mercure.

Actuellement l'écran qui m'a donné les meilleurs résultats pour cette expérience et les suivantes consiste en une feuille de gélatine de cobalt collée entre deux verres.

L'œil portant l'attention sur le point de fixation est placé derrière et tout près du nicol. Pendant la rotation de celui-ci les houppes apparaissent tranchant très nettement en bleu foncé sur fond bleu clair. Si leur sens de rotation est par exemple celui des aiguilles d'une montre et si j'interpose alors devant le nicol une lame mince, soit de quartz, soit de mica, le sens de rotation des houppes deviendra inverse pour certaines positions des lamelles. De plus, si devant le nicol restant cette fois immobile, j'incline dans certaines positions les mêmes lamelles, les houppes apparaîtront fort distincte-

ment, mais sous un autre aspect, celui d'une rosace tournant rapidement autour de son centre. Par l'interposition de certains cristaux, il se produit des figures entoptiques plus compliquées *accompagnant les déplacements du point de fixation*. Ces expériences contribuent à vérifier les dires de la personne examinée et à rendre le phénomène fort visible. D'après moi tout œil sain doit le découvrir immédiatement, ce qui est contraire à certaines assertions. C'est ainsi qu'Helmholtz prétendit n'avoir pu apercevoir les houppes au cours d'un premier examen et ce ne fut que 12 ans plus tard, au cours d'une nouvelle recherche, qu'il put les découvrir. Il n'était pas évident, *a priori*, que le centre de houppes correspondît toujours à un même point de la rétine, au centre même de la fovéa; aussi j'ai cru devoir établir cette affirmation par diverses méthodes, entre autres par la suivante. Je provoque dans le voisinage du point de fixation de mon œil une image secondaire du Soleil, laquelle couvre sur la rétine environ 120^{μ} et persiste quelques minutes.

Durant ce temps, je puis me convaincre que le centre des houppes est bien invariablement lié à la position fixe de ce scotome artificiel. On possède donc, du fait de la facile visibilité des houppes, un procédé très sûr d'examen et un point de repère très précis du centre de la fovéa.

2° On connaît l'expérience suivante de Purkinje. Les dessins de la macula apparaissent vaguement à l'œil regardant le ciel quand on agite devant lui un disque opaque percé d'un trou. Cette apparition est rendue incomparablement plus nette quand, au lieu du ciel, on regarde comme je l'ai conseillé le champ d'une large lentille uniformément éclairé par la lumière bleue du mercure.

A cette expérience j'en ai substitué une autre pour l'examen de la partie la plus centrale de l'œil. Si la surface regardée au travers du trou est trop étendue, jamais le centre de la fovéa n'apparaîtra distinctement. Pour le bien observer, j'ai imaginé le dispositif suivant. Devant la lampe à mercure je place un vaste écran opaque percé d'une seule ouverture au-devant de laquelle peut passer une série de diaphragmes de diamètres variables. De cette façon je puis réaliser à volonté de petites plages de lumière bleue de 3^{cm} à 2^{mm} de diamètre. Ce sont elles que l'œil à examiner va regarder. Pour donner plus de fixité au dispositif, au lieu d'agiter à la main le trou sténopéique, celui-ci est placé à l'extrémité d'un tube. Le tube lui-même tourne autour de son axe, mais le trou sténopéique a été percé excentriquement, ce qui lui procure pendant la rotation un mouvement circulaire. L'œil placé à l'extrémité du tube aperçoit sur la petite plage bleue aussi distinctement qu'ils le seraient sur le champ du microscope une série de

petits cercles disposés comme le sont les alvéoles d'une ruche d'abeilles. Chacun de ces cercles correspond probablement à l'un des cônes de la mosaïque fovéale. Ils subissent un déplacement parallactique dans le sens du déplacement du trou. Ceci prouve que les cercles en question répondent à des formations encore assez éloignées de la couche perceptrice de la rétine. Toutefois leur déplacement parallactique est moindre que celui des fins vaisseaux de la macula. La netteté de la parallaxe me permet de supposer que les parties des cônes correspondantes aux cercles ne sont encore que de minuscules appareils dioptriques placés dans le voisinage de la couche rétinienne sensible. Peut-être chacun des cônes représenterait l'un de ces éléments de l'œil composé des insectes.

Si j'interpose devant la plage bleue le diaphragme de plus petite ouverture je puis isoler de cette façon les cinq ou dix cercles centraux et me rendre compte que c'est bien toujours le même cône qui sert à la fixation. On peut prouver aussi par la délicatesse de la vision centrale dans cette expérience que l'acuité visuelle restera intacte tant que subsisteront intacts les quelques cônes centraux. Cette hypothèse a été confirmée par mes observations personnelles [1] de certains malades, par celles de Kopff, de Millée et plus récemment par une observation de Polack.

3° En faisant converger vers l'œil la lumière des lampes à mercure passant au travers de l'écran de cobalt, on voit très nettement, comme je l'ai indiqué, le phénomène de la circulation du sang, d'autant plus que l'intensité de la lumière bleue est plus forte. Les malades alors se rendent fort bien compte si rien ne s'agite dans une zone de leur macula en cas d'une lésion de celle-ci.

MÉDECINE. — *La radiographie en Médecine légale.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

Le procédé de la docimasie pulmonaire hydrostatique est le seul qui permet actuellement à un expert d'affirmer qu'un nouveau-né a respiré; les procédés du Dr Breslau (docimasie gastro-intestinale), de Wieden et Wend (docimasie auriculaire) sont moins précis et sont sujets à un certain nombre de causes d'erreurs.

Les expériences que j'avais entreprises dans le but de rechercher à diffé-

---

(1) Fortin, *Essai sur la physiologie de la Fovea centralis* (*Archives d'Ophtalm*, nov. 1906).

rencier par la radiographie les poumons d'un nouveau-né n'ayant pas respiré de ceux d'un nouveau-né ayant respiré m'ont amené à conclure que la radiographie confirmait entièrement les résultats obtenus par la méthode de la docimasie pulmonaire hydrostatique et qu'en outre ce procédé avait l'avantage de permettre à l'expert de joindre à son rapport une épreuve photographique, épreuve qui pouvait être considérée comme une véritable pièce à conviction (1).

Dans la Communication de M. Charles Vaillant (2) sur une nouvelle méthode permettant de constater par la radiographie si un enfant né mort a vécu ou n'a réellement pas vécu, M. Ch. Vaillant considère que le procédé qu'il indique comme étant nouveau *sera un auxiliaire précieux pour MM. les médecins légistes dont les moyens d'investigations sont restreints.*

Enfin, dans une Note plus récente, M. Bouchacourt (3) fait savoir que le procédé de M. Ch. Vaillant a été déjà mentionné par lui dans les cours faits à la clinique Tarnier de 1898 à 1907.

M. Bouchacourt fait remarquer même qu'il a toujours insisté vis-à-vis de ses élèves sur la valeur de ce procédé de docimasie pulmonaire radiographique.

Sans m'appesantir sur l'antériorité de mes recherches sur le sujet, puisqu'elles datent de 1896 et qu'elles se trouvent mentionnées avec planches à l'appui dans le Traité de M. Brouardel *Sur l'Infanticide,* 1897 (4), je me bornerai à faire remarquer que l'air pénètre d'abord dans les poumons du nouveau-né, puis dans l'estomac et enfin dans l'intestin; et, comme l'a montré Hofmann, la quantité de gaz contenue dans l'estomac et le tube digestif est en rapport direct avec la durée de la respiration.

Dans ces conditions on conçoit, et l'expérience le démontre, que l'épreuve du Dr Breslau et, par conséquent, la radiographie intestinale soient moins sensibles que la docimasie pulmonaire.

MM. Ch. Vaillant et Bouchacourt auraient certainement constaté le fait s'ils avaient opéré, non pas sur le cadavre, mais sur les organes séparés. Le *modus operandi* conseillé par ces auteurs présente, en outre, un grave inconvénient : c'est qu'il incite les médecins experts à conclure à un infanticide sans pratiquer l'autopsie du nouveau-né.

---

(1) *Société de Médecine légale,* séance du 8 juillet 1896, et *Annales d'Hygiène et de Médecine légale,* t. XXXVI, 1896.

(2) Ch. Vaillant, *Comptes rendus,* t. CXLVI, page 921.

(3) Bouchacourt, *Comptes rendus,* t. CXLVI, p. 1019.

(4) Brouardel, *Cours de Médecine légale* (*l'Infanticide*), 1897.

Cette raison suffirait à elle seule, à mon avis, à faire écarter cette façon d'opérer au point de vue médico-légal.

Pour ces raisons et pour d'autres que je ne puis développer plus longuement dans cette Note, je conclus comme l'a fait M. Brouardel, en disant que la radiographie ne saurait être substituée à la docimasie pulmonaire hydrostatique; *sa seule utilité*, je le répète, est de fournir à l'expert un document photographique, document qui peut être considéré comme une véritable pièce à conviction.

MÉDECINE. — *Sur un nouveau thermo-pulvérisateur à air comprimé.* Note [1] de M. **Guyenot**, présentée par M. d'Arsonval.

Les pulvérisateurs à air comprimé surchauffé sont déjà connus depuis plusieurs années, mais avec aucun des appareils actuels on ne peut dépasser la température de 25° pour les pulvérisations d'eaux minérales ou de solutions aqueuses.

Cette température est trop basse pour la plupart des affections dans lesquelles on a recours aux pulvérisations et les pulvérisateurs à vapeur, malgré les nombreux inconvénients et les dangers mêmes qu'ils présentent, restent jusqu'ici les seuls appareils susceptibles d'être employés toutes les fois que l'action thérapeutique d'une pulvérisation nécessite une température dépassant 25°.

Le présent thermo-pulvérisateur comble cette lacune en permettant d'obtenir par l'air comprimé des pulvérisations d'eaux minérales et de solutions aqueuses jusqu'à 50°, avec réglage de la température au gré du médecin.

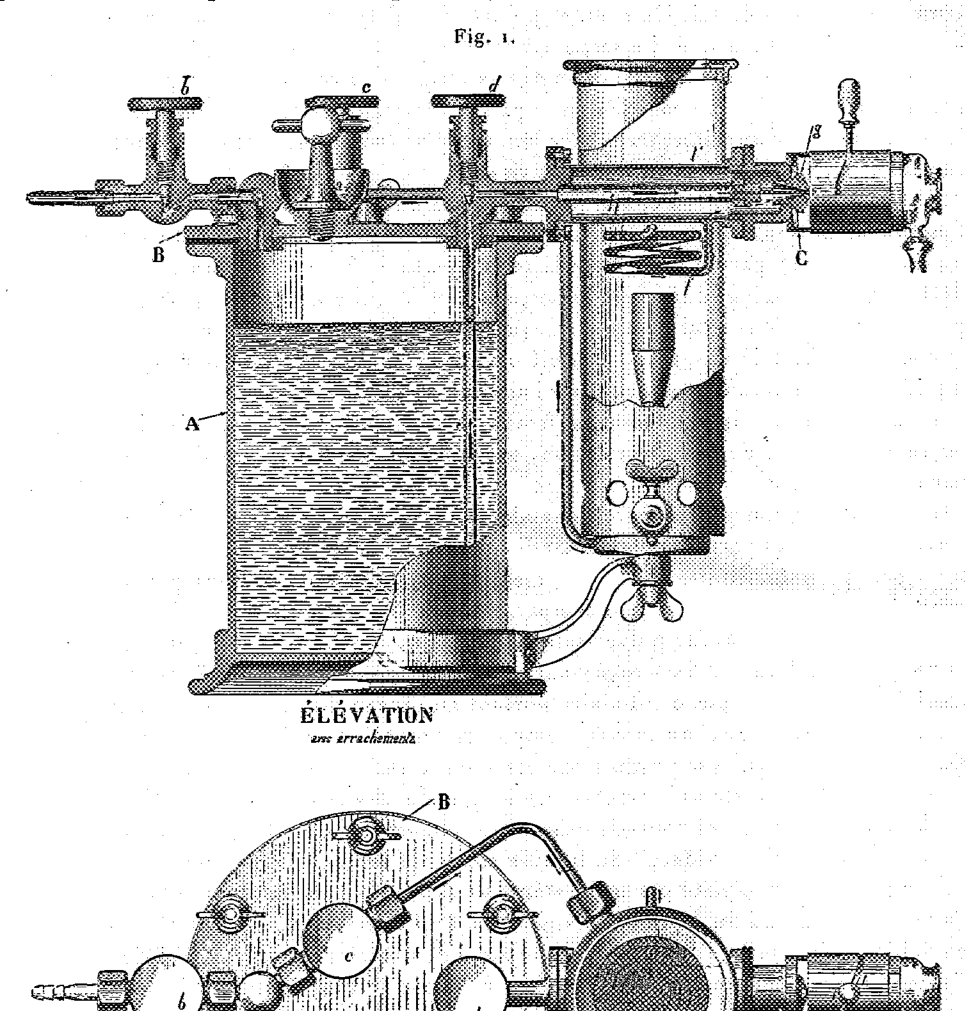
L'appareil se compose du pulvérisateur proprement dit qui repose sur le principe des pulvérisateurs Richardson à air comprimé modifié pour permettre un procédé particulier de chauffage dont le dispositif est nouveau.

Ce dispositif est représenté par deux tubes concentriques de diamètre très différents formant l'extrémité terminale du thermo-pulvérisateur. Le plus petit t sert à chauffer, au moment même de sa pulvérisation, le liquide à pulvériser à une température ne dépassant en aucun cas 60°. Le plus grand t' constitue une chambre chaude pour l'air comprimé immédiatement avant sa détente. Le tube central t d'un tout petit diamètre est terminé par une aiguille creuse en platine. Il reçoit le liquide à

(1) Présentée dans la séance du 25 mai 1908.

pulvériser chassé par de l'air comprimé faisant pression sur lui dans un réservoir A

Fig. 1.



A, récipient du liquide; B, couvercle; *a*, ouverture de remplissage; *b*, robinet de commande générale; *c*, robinet réglant le débit d'air; *d*, robinet réglant le débit du liquide; *e*, tube plongeur; *t*, tube central à liquide; *t'*, tube enveloppe, réservoir d'air; *f*, serpentin; *g*, embout conique réglant la finesse de la pulvérisation; C, bague de réglage de la température.

de 2^l de capacité utile. Un robinet pointeau *d* sert à régler le débit du liquide. Le deuxième tube *t'*, concentrique au premier et qui l'enveloppe, a un diamètre d'environ

4cm. Il reçoit de l'air comprimé par l'intermédiaire d'un serpentin *f* placé immédiatement au-dessous de lui. Un robinet pointeau *c*, placé avant le serpentin, sert à régler le débit de l'air comprimé. Le serpentin se trouve au-dessus d'un brûleur Bunsen ou à l'alcool. Enfin ce tube à large diamètre se termine au niveau de l'aiguille de platine par un embout de forme conique vissé *g*. En dévissant cette pièce on découvre, pour la sortie de l'air comprimé, un espace annulaire de très faible section, section d'ailleurs réglable, selon la position de l'embout vissé.

Si l'on met l'appareil en communication avec une source d'air comprimé (l'appareil fonctionne normalement à partir d'une atmosphère de pression) la pression chasse le liquide qui sort par le tube capillaire de platine. En même temps, l'air comprimé dérivé par le robinet *c* traverse le serpentin et le tube enveloppe à large diamètre, puis il sort par l'ouverture annulaire que présente l'embout conique. Il atteint à ce moment une grande vitesse et produit une division mécanique extrêmement fine du liquide arrivant au même endroit par l'aiguille de platine.

La pulvérisation ainsi obtenue est froide. En vissant ou dévissant l'embout conique on règle la finesse de la pulvérisation; en agissant sur les robinets *c* et *d*, on fait varier son volume.

Pour obtenir une pulvérisation chaude, on allume le brûleur. L'air qui traverse le serpentin est alors porté vers 500°, tandis que les gaz chauds de la combustion échauffent, par la conductibilité des pièces métalliques, le liquide passant par le petit tube central et le maintiennent à une température d'environ 60°.

Le résultat final est une pulvérisation atteignant 50° C. avec les solutions aqueuses et 75° avec les liquides fixes non volatils. Le réglage instantané de la température est réalisé à l'aide d'une pièce tubulaire portant au niveau du gicleur des fenêtres dont la section peut être réglée au moyen d'une bague mobile C qu'on manœuvre à la main. Dans ces conditions, il se produit par ces ouvertures un appel extérieur d'air froid et l'on peut obtenir instantanément toute la gamme des températures entre 28° et 50°. Cette pièce reçoit des embouts de cristal interchangeables, munis à la partie inférieure d'un tube destiné à la vidange du liquide condensé le long des parois.

L'appareil est complété par un système de soupapes commandant automatiquement l'allumage en grand du brûleur lorsqu'on met en route la pulvérisation et le laissant en veilleuse lorsqu'on l'arrête. On évite ainsi de détériorer par un oubli les pièces de l'appareil. En même temps, le brûleur en veilleuse suffit à maintenir l'ensemble à une température suffisante pour obtenir instantanément une pulvérisation chaude, évitant ainsi d'attendre les quelques minutes nécessaires pour la mise en route initiale.

En résumé, cet appareil permet d'obtenir des pulvérisations d'eaux minérales ou de solutions aqueuses à des températures aussi élevées qu'avec les pulvérisateurs à vapeur, sans en avoir les inconvénients souvent dangereux. Il avait été, jusqu'à ce jour, impossible d'obtenir ce résultat. Cet appareil supprime la dilution de la solution médicamenteuse ou de l'eau minérale avec une quantité variable de vapeur d'eau; il donne une pulvérisation aseptique dont on peut régler instantanément la finesse, le volume et la température.

BACTÉRIOLOGIE. — *Recherches sur l'alimentation du bacille typhique.* Note de M. H. DUNSCHMANN, présentée par M. E. Roux.

En étudiant la nutrition du bacille typhique par comparaison avec celle du *bacterium coli*, nous avons, d'après la méthode exposée dans une Note insérée dans ces *Comptes rendus* (¹), examiné la valeur nutritive du taurocholate et du glycocholate de soude, en combinaison avec le nutrose et le le vert malachite. Le liquide témoin auquel on incorpore ces substances contient invariablement 3 pour 100 de peptone et 1 pour 100 d'extrait de viande.

I. — *Influence des savons biliaires.*

		Bacille typhique.			*Bacterium coli.*		
Quantité de liquide.	Substances ajoutées au liquide témoin.	Poids de matière sèche avant la culture.	Poids de corps microbiens.	Pour 100 de rendement.	Poids de matière sèche avant la culture.	Poids de corps microbiens.	Pour 100 de rendement.
cm³ 50	»	g 1,990	g 0,064	3,2	g 1,962	g 0,108	5,5
50	0,5 p. 100 de glycocholate	2,240	0,077	3,4	2,212	0,0645	2,9
50	1 p. 100 de glycocholate	2,490	0,075	3,0	2,462	0,0715	2,9
50	0,5 p. 100 de taurocholate	2,240	0,1175	5,2	2,212	0,074	3,3
50	1 p. 100 de taurocholate	2,490	0,1344	5,4	2,462	0,0815	3,3
50	1,5 p. 100 de taurocholate	2,740	0,1486	5,4	2,712	0,0765	2,9

Nous constatons donc pour le bacille typhique que le glycocholate n'en élève pas le rendement, tandis que le taurocholate l'augmente considérablement (5,2 et 5,4 pour 100 contre 3,2 pour 100). Pour le *bacterium coli* les deux sels ont une influence nettement entravante à peu près dans les mêmes proportions.

II. — *Influence du nutrose et du vert malachite.*

			Bacille typhique.		*Bacterium coli.*	
Quantité du liquide.	Substances ajoutées au liquide témoin.	Poids de matière sèche avant la culture.	Poids sec de corps microbiens.	Pour 100 de rendement.	Poids sec de corps microbiens.	Pour 100 de rendement.
cm³ 50	»	g 1,896	g 0,0855	4,5	g 0,058	3,1
50	1 pour 100 de nutrose.	2,396	0,108	4,5	0,055	2,3
50	1 pour 100 de nutrose. 0g,03 de vert malachite.	2,426	0,030	1,2	0,0225	0,9

(¹) *Comptes rendus*, 11 mai 1908.

Nous voyons que le nutrose est, en effet, un bon aliment pour le bacille typhique, sans donner un rendement supérieur à celui du liquide témoin, mais non pas pour le *bacterium coli*, la quantité de corps microbiens étant la même dans le milieu qui en contient et dans le liquide témoin. Le vert malachite, cependant, exerce une influence antiseptique vis-à-vis des deux germes.

III. *Influence des savons biliaires combinés au nutrose et au vert malachite.* — Pour examiner l'emploi combiné de la bile, du nutrose et du vert malachite, nous avons fait les expériences suivantes :

			Bacille typhique.		*Bacterium coli.*	
Quantité du liquide.	Substances ajoutées au liquide témoin.	Poids de matière sèche avant la culture.	Poids sec de corps microbiens.	Pour 100 de rendement.	Poids sec de corps microbiens.	Pour 100 de rendement.
cm³ 50	»	g 1,752	g 0,0745	4,3	g 0,078	4,5
50	1 pour 100 de nutrose.	2,196	0,0934	4,25	0,077	3,5
50	1 pour 100 de nutrose. 1 pour 100 de taurocholate.	2,685	0,1287	4,8	0,111	4,2
50	1 pour 100 de nutrose. 1 pour 100 de glycocholate.	2,686	0,1005	3,8	0,089	3,3
50	1 pour 100 de nutrose. 1 pour 100 de taurocholate. 0g,015 de vert malachite.	2,699	0,0145	0,5	0,093	3,5
50	1 pour 100 de nutrose. 1 pour 100 de glycocholate. 0g,015 de vert malachite.	2,690	0,0150	0,5	0,081	3,0
50	1 pour 100 de taurocholate.	2,286	0,107	4,7	0,0635	2,8
50	1 pour 100 de glycocholate.	2,269	0,065	2,9	0,067	2,95
50	1 pour 100 de taurocholate. 0g,015 de vert malachite.	2,290	0,011	0,5	0,0715	3,1
50	1 pour 100 de glycocholate. 0g,015 de vert malachite.	2,284	0,016	0,5	0,0695	3,0

Ces expériences confirment donc pleinement les résultats antérieurs, à savoir que le nutrose est un bon aliment pour le bacille typhique, mais n'en élève pas la récolte microbienne; que le taurocholate en favorise sensiblement la croissance, tandis que le glycocholate la gêne aussi notablement; que, enfin, le vert malachite est nettement antiseptique pour le bacille typhique, à la dilution de 1 : 3333.

Quant au *bacterium coli*, le taurocholate, aussi bien que le glycocholate

de soude, en gêne la croissance; le nutrose ne lui convient pas comme aliment, le rendement étant le même, comme si le nutrose n'était pas présent; le vert malachite, enfin, au moins à la dose de 1 : 3333, n'est pas à même de renforcer l'action gênante exercée par les sels biliaires.

BACTÉRIOLOGIE. — *Utilisation des solutions salines concentrées à la différenciation des Bactériacées. Séparation de* Bacillus typhosus *de* Bacterium coli. Note de M. **A. Guillemard**, présentée par M. E. Roux.

Bien qu'un certain nombre de travaux concernant l'action des solutions salines sur le développement des Bactéries aient été publiés au cours de ces dernières années, on n'a pas jusqu'ici cherché à étudier le mode d'action de ces solutions pour en tirer un moyen de différenciation des espèces qui, possédant les mêmes caractères morphologiques avec des propriétés physiologiques voisines, sont d'une détermination délicate et incertaine. Cependant les essais méthodiques que j'ai entrepris sur cette question m'ont montré que l'addition des sels neutres en proportion notable aux milieux de culture, en modifiant totalement et en des sens divers la manière d'être des microorganismes, peut devenir une importante ressource de l'analyse bactériologique.

En cherchant un procédé pour séparer *Bacillus typhosus* de *Bacterium coli* qui sont, comme on le sait, très difficiles à isoler lorsqu'ils végètent ensemble dans le même milieu, j'eus l'idée de mesurer leur résistance particulière à la tension osmotique en additionnant le milieu de culture d'un sel alcalin dans des proportions variées et croissantes. Or je constatai que, si l'on ajoute 20 pour 100 de sulfate de soude, par exemple, au bouillon normal employé couramment en Bactériologie, *Bacillus typhosus* se développe à la manière ordinaire, c'est-à-dire en troublant uniformément le bouillon, tandis que *Bacterium coli* cultive en produisant de nombreux flocons qui restent d'abord en suspension dans le liquide demeuré clair, puis se réunissent au fond du tube où ils s'agglomèrent en formant un dépôt compact, difficilement dissociable par l'agitation. Le caractère de cette culture est donc tout différent du développement normal, lequel est identique à celui de *Bacillus typhosus :* on a de ce fait une véritable différenciation qualitative et il m'a paru intéressant de comparer l'action des autres sels alcalins ou alcalino-terreux.

L'ensemble de ces recherches m'a conduit à des résultats dont voici le résumé sommaire :

1° Parmi les sels de sodium, ce sont principalement les sulfates et les phosphates qui impriment au développement de la bactérie cette modification anormale : la forme floconneuse et agglutinée.

2° Les chlorures et les nitrates n'ont pas d'influence appréciable sur le caractère de la culture.

3° En utilisant les sels de magnésium, de potassium, d'ammonium, on retrouve les mêmes conséquences : les sulfates et les phosphates agissent nettement sur *Bacterium coli*, tandis que les chlorures et les nitrates n'ont qu'une influence très vague.

Dans cette série d'expériences, on doit donc conclure que, parmi les deux groupements qui rentrent dans la constitution du sel, c'est l'acide qui impressionne la bactérie et que la particularité d'action se fait sentir lorsque cet acide est polyatomique.

4° Les non-électrolytes, tels que les sucres (glucose, lactose, saccharose), ne modifient pas l'aspect de la culture.

Toutes ces substances ont été essayées jusqu'à la concentration maximum où pouvaient se développer les bactéries, soit dans ce cas, approximativement et d'une manière générale, 1 molécule-gramme dissoute dans 1000^{cm^3}. Cependant, sous cette tension, la culture est lente et peu abondante; pratiquement, il est préférable de se servir d'une concentration égale à $\frac{3}{4}$ M.

J'ai essayé de classer, avec ce procédé de différenciation, les espèces bactériennes du groupe paratyphique; voici les résultats que j'ai obtenus :

Ont donné la réaction du colibacille (culture floconneuse) :

Le paratyphique A de Bryon-Kayser;

Le bacille de Gærtner (*Bacillus enteridis*).

Se sont comportés comme le bacille d'Eberth (culture trouble, homogène) :

Le paratyphique B de Schottmüller;

Le bacille d'Achard (bacille de la psittacose) (1).

Mais l'action des sels polyvalents ne constitue pas seulement un moyen de différenciation qualitative : on peut l'utiliser avec succès à la séparation des Bactériacées appartenant aux deux groupes différents. Je dois rappeler ici qu'on a proposé un nombre considérable de méthodes pour isoler *Bacillus typhosus* de *Bacterium coli* et que ces méthodes ont souvent donné des résultats contradictoires; le dispositif que je préconise permet de séparer

(1) Les cultures types, provenant de la collection de l'Institut Pasteur, m'ont été choisies avec beaucoup d'obligeance par M. le Dr Binot.

infailliblement le premier du second. Le voici dans sa simplicité : dans un tube en U on pousse un tampon d'ouate hydrophile dans l'une des branches jusqu'à la naissance de la courbure, puis on remplit le tube à moitié avec du bouillon contenant 10 pour 100 de sulfate d'ammonium, on stérilise et l'on ensemence dans l'autre branche avec une petite quantité du milieu où végètent les deux microbes. On porte le tube à l'étuve et, aussitôt qu'on aperçoit un trouble se manifester au-dessus de la bourre de coton (soit après 24 ou 36 heures), on peut être certain que le bacille d'Eberth se trouve en culture pure dans cette partie du tube, tandis que le colibacille est resté aggloméré dans la courbure : il est facile de vérifier ce fait par l'épreuve du bouillon lactosé. Or, la sûreté de ce procédé est telle que jamais je n'ai noté d'insuccès dans les très nombreux essais que j'ai entrepris, même en ensemençant des traces du bacille de la fièvre typhoïde au milieu de doses massives de la bactérie du côlon.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de grès à Hippurites, à Vence (Alpes-Maritimes).* Note de M. V. **Paquier**, présentée par M. H. Douvillé.

On sait que le facies marno-calcaire à Céphalopodes, Inocérames et Micrasters, sous lequel le Crétacé supérieur est le plus largement représenté dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes, correspond à la partie médiane du géosynclinal alpin; il s'observe dans tout son développement aux environs de Nice et de Menton et de là se suit vers le Nord par Puget-Théniers et Saint-André.

Au Sud-Ouest, dans la zone marginale en bordure du massif des Maures et de l'Estérel et de leur prolongement vers le Nord-Ouest, on trouve au contraire, à Beynes, Saint-Thiens, près Castellane et jusque près d'Escragnolles, une formation de facies néritique renfermant à sa base une faune turonienne bien connue, celle d'Uchaux. Quant au facies à Rudistes, il ne se rencontre qu'en un point, en Italie, au voisinage du col de l'Argentière où M. Portis a signalé une faune santonienne à *Hippurites Moulinsi* au voisinage du massif du Mercantour.

Jusqu'à ce jour, entre Grasse, Nice et la mer, on ne connaissait, d'une façon certaine, aucun affleurement de Crétacé supérieur, quand l'exploration des environs de Vence (Alpes-Maritimes), m'a montré qu'au-dessus

du Cénomanien il existait, en un point, du Crétacé supérieur à Rudistes dont la présence avait jusqu'ici échappé à toutes les investigations.

En effet, à 2^{km} au sud de cette ville, la route de Cagnes permet de relever une succession qui, complétée par l'examen de la rive gauche du ravin du Subéran, montre que, sur les calcaires blancs du Portlandien corrodés et perforés, repose directement le Cénomanien à *Ostrea columba* Lk. et *Orbitolina concava* Lk. A ces assises marno-calcaires succèdent des grès et surtout des calcaires gréseux durs, légèrement glauconieux, dont les derniers bancs renferment de nombreuses Turritelles et des Lamellibranches malheureusement impossibles à dégager. Au-dessus de ce niveau on peut remarquer le long de la route, à partir du pont des Soupirs, en montant, des grès glauconieux assez durs, parfois riches en grains de quartz et en débris d'Huîtres, puis un gros banc de grès grossier jaunâtre, friable par places : c'est là qu'ont été recueillis *Hippurites Requieni* et des Actéonelles.

Ce banc, qui débute par un lit de galets de quartz, renferme à son sommet des débris du Cénomanien sous-jacent; sa puissance est de 3^m au niveau de la route, mais en hauteur il s'amincit très rapidement. Il est surmonté par une assise de sables glauconieux sur laquelle repose, en discordance sensible, une brèche déjà éocène, à éléments volumineux et peu anguleux, puis des grès et enfin des calcaires lacustres supportant à leur tour le Nummulitique à *Orthophragmina sella*.

Les Hippurites signalées plus haut sont assez fréquentes vu l'exiguïté du gisement, mais toutes sont dépourvues de leur valve supérieure. Elles offrent une valve inférieure ornée de costules anguleuses un peu espacées; l'arête cardinale, large et courte, est nettement tronquée et excavée à son extrémité. Le premier pilier est court et robuste, le second plus allongé et plus mince, à peine pincé légèrement chez certains individus, sans être jamais pédiculé. Un exemplaire de taille plus considérable par la longueur et la minceur de son second pilier annoncerait déjà *H. Matheroni* Douv., mais tous les autres correspondent assez exactement, par l'ensemble de leurs caractères, à *Hippurites* (*Hippuritella*) *resectus* Defr. (*H. Requieni* Math). A côté des Hippurites j'ai recueilli une valve inférieure fixée de Gyropleuridé qui, par son mode d'enroulement et surtout par la disposition de son appareil myocardinal, est en tout point semblable aux valves analogues qu'on recueille dans les grès d'Uchaux et de Mornas et qui paraissent avoir appartenu à un *Plagioptychus* voisin de *P. Arnaudi* Douv., du Turonien. Enfin, on rencontre assez fréquemment des *Actéonelles* de taille moyenne, peu déterminables. La faune des grès à Rudistes de Vence permet donc de les rapprocher des grès d'Uchaux et fixe leur place au sommet du Turonien. C'est également à cet étage qu'il convient de rapporter, sans préciser davan-

tage, les calcaires à *Turritelles* et à faune néritique sous-jacents qui sont à divers titres tout à fait analogues à ceux des environs de Castellane et d'Escragnolles.

Ainsi donc, sur le bord du géosynclinal alpin, aux environs de Vence, un mouvement de retrait s'est dessiné avec le début du Crétacé supérieur, marqué par l'établissement du facies détritique. Ces tendances s'accentuent encore, si bien que vers la fin du Turonien, grâce à la proximité de la côte du massif émergé sur l'emplacement des Maures et de l'Estérel, les conditions de faible profondeur et de température nécessaires aux Rudistes se trouvent réalisées, les Hippurites s'établissent alors et une faune mésogéenne parvient ainsi à vivre un instant sur le bord de la mer alpine à faune septentrionale.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains crétacés et tertiaires de la région de Constantine* (*Algérie*). Note de M. E. **Joleaud**, présentée par M. Douvillé.

Les monts de Constantine, entre lesquels s'intercalent d'importantes dépressions argileuses, sont situés au sud de la chaîne numidique et au nord des hautes plaines des Ouled Abd en Nour.

Le *Crétacé*, l'*Eocène inférieur* et *moyen* y offrent deux séries de facies :

Le *Barrémien* de la *série A*, déjà connu du Djebel Ouach et de l'Akhal, par les travaux de MM. Sayn, Ficheur et A. Joleaud, retrouvé par nous au Mansoura, à Rorfen, à Bordj Sabath, est caractérisé par *Pulchellia Sauvageaui*, *Holcodiscus metamorphicus*. L'*Aptien* intimement lié à l'étage précédent, nous a présenté, dans les mêmes localités, *Macroscaphites striatisulcatus*, *Ptychoceras læve*. L'*Albien*, le *Cénomanien*, le *Turonien*, le *Sénonien* semblent représentés par la série marneuse qui surmonte l'Aptien sur ces divers points. L'*Éocène inférieur* renferme des marnes noires et des calcaires à silex. La *partie inférieure de l'Éocène moyen* comporte, dans le Djebel Ouach, des marnes, des calcaires marneux et des brèches à petites Nummulites.

Au *Néocomien* de la *série B* correspondraient, d'après M. Ficheur, les calcaires dolomitiques de l'Akhal. L'*Aptien*, probablement aussi le *Barrémien* et l'*Albien*, seraient représentés dans les calcaires du Karkara, du Kelal, de l'Oum Settas, où nous avons rencontré, vers la base, *Heteraster oblongus*, dans la partie moyenne, *Ostrea* cf. *aquila* et de petites *Toucasia*, au sommet des Caprinidés. Le *Cénomanien* du Sidi Mcid est formé par des calcaires à *Caprinula Boissyi*, et le *Turonien* par des calcaires à *Hippurites præpetrocoriensis*. L'*Emschérien* se reconnaît dans le Chettaba, à ses calcaires en dalles à *Micraster brevis*. Le *Campanien* est caractérisé par des marnes noires, où nous avons trouvé, au Chettaba, au Kelal, à Sidi Mcid, au Mansoura, à

l'Ouled Sellem, *Bolbaster verrucosus*, *Thecidium papillatum*. Le *Maestrichtien* offre, au sud-est de Constantine, des marno-calcaires gris, avec bans gréseux, comparables au Sénonien supérieur de la Grande Kabylie; dans le Chettaba se développent, sensiblement au même niveau, des calcaires à Inocérames. A l'*Éocène inférieur* peuvent être rapportés les argiles noires à Térébratulines et les calcaires phosphatés du Kelal, de l'Oum Settas, d'Aïn el Bey. A l'*Éocène moyen* correspondraient les marnes jaunes à *Ostrea strictiplicata* de Guettar el Aïch.

Les grès de l'*Éocène supérieur* et de l'*Oligocène inférieur* sont identiques à ceux de la chaîne numidique. A Rouached et à Mila, M. Ficheur a trouvé *Potamides gibberosus*, de l'*Oligocène supérieur* de Gaas, dans des argiles subordonnées à des poudingues rouges qui devraient être attribués, d'après ce savant, à l'*Aquitanien*. Nous avons reconnu la présence, au-dessus de ceux-ci, des argiles à Hélices dentées du Polygone, qui, par leur faune, sont identiques au *Tortonien* de la Tafna. Au même étage semblent devoir être rapportées, en raison de leurs caractères paléontologiques, les argiles à *Ostrea crassissima* de Mila et les argiles à *Unio Dubocqi* du Smendou. Au sommet de la série miocène, nous avons observé, partout, aux environs de Constantine, des brèches et limons rouges, analogues au *Pontien* du sud-est de la France. Le *Pliocène inférieur* est représenté par les calcaires à *Leucochroa subsemperi*, le *Pliocène supérieur* par les sables à *Elephas meridionalis*, les alluvions et les travertins des plateaux.

La mer n'a donc cessé d'occuper la région jusqu'à l'Oligocène inférieur. Mais, dès l'Oligocène supérieur, les monts de Constantine acquièrent les traits essentiels de leur orographie; aussi les lacs, les lagunes et les mers de la fin du Tertiaire y restèrent-ils localisés dans des cuvettes ou dans des chenaux, correspondant à l'emplacement des dépressions ou des vallées actuelles. Le déblaiement de ces dernières par les eaux courantes semble avoir commencé vers le milieu de la période sicilienne, immédiatement après le dépôt des travertins du Mansoura, lesquels sont intimement liés aux sables à *Elephas meridionalis*.

HYDROLOGIE. — *De l'emploi de l'acoustèle de Daguin pour la recherche des bruits souterrains*. Note (¹) de MM. **F. Diénert**, **A. Guillerd** et **Marrec**, transmise par M. Michel Lévy.

Le problème de la découverte des courants souterrains est d'une importance capitale; il est loin d'être résolu scientifiquement.

(1) Reçue dans la séance du 25 mai 1908.

Des empiriques, dits *sourciers*, prétendent indiquer les endroits où l'on peut trouver de l'eau souterraine; mais aucun n'a, à notre connaissance, indiqué le parcours d'un courant souterrain. Tous se cantonnent à désigner un point particulier, comme si, dans la nature, l'eau se trouvait localisée par places à la façon des taches d'huile. Les explorations spéléologiques ont montré l'existence de vrais courants souterrains et il est bien étonnant que, s'il est bien vrai que les sourciers aient le pouvoir de discerner l'eau souterraine, aucun n'ait eu le pouvoir d'indiquer la trace d'un courant. C'est pourquoi il y a lieu, pour l'instant, d'être très réservé sur le pouvoir des sourciers, et, s'il existe, il semble ne devoir s'exercer que dans des conditions toutes particulières.

Depuis plusieurs mois, nous nous sommes attaqués à ce difficile problème de la reconnaissance des courants souterrains. Nous indiquons aujourd'hui le procédé qui nous paraît assez pratique, quoique très insuffisant, pour essayer de résoudre le problème posé, au moyen de l'acoustèle de Daguin, que nous a prêté très obligeamment la maison Ducretet.

L'acoustèle de Daguin n'est autre qu'un cornet acoustique muni, dans son intérieur, et à sa partie inférieure, d'un petit cône plein dont la base regarde la partie étroite du cornet acoustique.

Cet instrument doit être entouré d'une gaine spéciale pour empêcher l'air extérieur de produire un bruit en venant souffler contre cet instrument. Sans cette modification le bruit qu'on entend est celui qu'on cherche à discerner dans le sol et produit par les eaux souterraines.

Au moyen de cet acoustèle modifié, on peut entendre, dans certaines circonstances, le bruit produit par les eaux souterraines.

On creuse un trou de 20^{cm} à 30^{cm} dans le sol, on enfouit la base de cet instrument et l'on porte l'embouchure à l'oreille. Le bruit de l'eau souterraine est continu et ressemble à celui du vent soufflant dans une forêt.

Ce bruit semble ne bien s'entendre que lorsque l'eau souterraine tombe dans une galerie. L'air de la galerie résonne et facilite, en le renforçant, la propagation de l'onde sonore.

Au Puits Bottin, près de Villeneuve-sur-Yonne, on entendait nettement le courant souterrain en été. Lors des hautes eaux, la galerie souterraine s'était très probablement remplie et l'acoustèle ne donnait aucun son facile à discerner.

Sur une galerie de captation située à 2^{m} au-dessous du sol, à Noë, on entend encore parfaitement le bruit souterrain en se portant, sur le sol, à 50^{m} de chaque côté de la galerie.

L'acoustèle de Daguin, modifié par nous, peut donc servir, dans certaines

circonstances toutes particulières, à la recherche de l'eau là où il y a une petite chute d'eau dans une galerie souterraine, celle-ci servant de chambre de résonance. Cet instrument est plus portatif et plus pratique que les microphones sensibles, dont aucun de nous a donné de bons résultats; il ne peut malheureusement indiquer tous les endroits où il y a un courant souterrain. Il n'est peut-être pas plus parfait que le sourcier, mais il est plus scientifique.

OCÉANOGRAPHIE. — *De l'influence du vent dans le remplissage du lit de l Océan.* Note de M. **Thoulet.**

Les grands fonds marins sont composés en proportions variables de trois éléments principaux : foraminifères surtout calcaires, tombés de la surface, argile et grains minéraux. Ces derniers sont en partie d'origine manifestement volcanique comme la ponce, l'obsidienne, le péridot, le pyroxène et ils proviennent des volcans sus-marins et sous-marins, dont les études océanographiques tendent à augmenter de plus en plus le rôle dans la formation du sol de l'Océan. D'autres grains peuvent avoir une origine volcanique ou non volcanique. Enfin on reconnaît parmi eux la présence constante de grains de quartz, arrondis, émoussés ou anguleux, dont les dimensions varient depuis l'extrême limite de visibilité au microscope et dont l'origine n'est certainement pas volcanique. On ne saurait pas davantage leur assigner une origine sous-marine et, comme les courants assez puissants pour opérer des transports ne se font sentir qu'à une faible profondeur et que les abîmes sont normalement dans un calme complet, il n'est pas possible d'attribuer leur présence à un charriage sur le fond depuis le bord des continents. Ces grains quartzeux constituent au moins plusieurs centièmes du poids total des échantillons; ils en atteignent parfois le tiers et leurs dimensions sont loin d'être toujours uniformes.

Je suis conduit à admettre que ces grains de quartz proviennent des continents et sont apportés par les vents sur la surface entière de l'Océan. Ils tombent à l'eau et descendent sur le sol sous-marin par une chute sensiblement verticale.

Les faits d'observation directe abondent : poussières à bord des navires éloignés de toute côte, Cartes de pluies de poussières du Sahara sur l'Atlan-

tique, distribution constatée sur d'immenses espaces du globe de cendres volcaniques de provenance connue.

Pour apporter la sanction de la synthèse expérimentale à l'hypothèse, j'ai complété en les précisant des expériences que j'avais faites autrefois sur la mesure de la vitesse des courants d'air susceptibles de transporter des grains de quartz de dimensions déterminées. Le procédé expérimental consistait à mesurer les dimensions moyennes de diverses catégories de grains de quartz hyalin, dont chacune avait été entraînée à travers un tube vertical de diamètre connu par un courant d'air régulier amenant par unité de temps un volume d'air exactement cubé.

Les résultats des mesures sont consignés sur le Tableau suivant, où les nombres ronds de vitesse de vent par seconde ont été interpolés graphiquement :

Vitesse du vent par seconde.	Diamètre des grains.	Vent. — Notation de Beaufort.	Vitesse du vent par seconde.	Diamètre des grains.	Vent. — Notation de Beaufort.	Vitesse du vent par seconde.	Diamètre des grains.	Vent. — Notation de Beaufort.
m	mm		m	mm		m	mm	
0,00	0,00	0 calme	4,30	0,35	3 petite brise	7,70	0,62	jolie brise
0,50	0,04		4,75	0,39		8,00	0,65	
1,00	0,08		5,00	0,41		8,10	0,65	5 bonne brise
2,00	0,16	1 presque calme	5,60	0,47		9,00	0,73	
2,95	0,24	2 légère brise	6,00	0,49		10,00	0,81	
3,00	0,25		6,30	0,53	4 jolie brise	11,00	0,89	6 bon frais
3,60	0,31		6,95	0,56		12,00	0,97	
4,00	0,33		7,00	0,57		13,00	1,05	7 grand frais

En se reportant aux documents météorologiques et en particulier aux Cartes de Simart et de Brault, on constate qu'il n'est aucun espace de l'Océan qui ne soit balayé par des vents doués d'une vitesse de 1^{m} par seconde suffisante pour transporter la presque totalité des grains de quartz dont on a estimé la dimension moyenne, dans les vases et les argiles des grands fonds, à $0^{mm},08$ environ. C'est le temps réputé « calme » par les marins et noté 0 d'après l'échelle de Beaufort. Les courants aériens sont d'autant plus en état d'effectuer le transport de ces grains sableux qu'on a calculé qu'un grêlon de 5^{mm} de diamètre pouvait être soutenu dans l'air par un vent ayant

une vitesse de 10^m par seconde, un grêlon de 10^{mm} par un vent de 15^m, un grêlon de 20^{mm} par un vent de 20^m à 25^m, vitesses bien inférieures à celles qu'indique le Tableau pour un grain quartzeux de même diamètre. On se rappelle l'éruption du Krakatoa dont les cendres sont restées plusieurs jours dans les hautes régions de l'atmosphère et ont fait plusieurs fois le tour de la Terre.

Le Tableau permettrait dans certains cas, d'après la dimension des grains de quartz extraits d'un calcaire, de préjuger de la vitesse et du régime des vents ayant régné aux lointaines époques géologiques, alors que le calcaire se déposait au fond des eaux.

En définitive, il y a lieu de penser qu'on n'a pas jusqu'à présent accordé aux phénomènes de déflation toute l'importance qu'ils méritent dans le remplissage du lit océanique aussi bien actuellement que pendant la durée des âges géologiques.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude du Landwasser et de la vallée de Davos.* Note (1) de M. GABRIEL EISENMENGER.

Le Professeur A. Heim, dans son Ouvrage *Untersuchungen über dem Mechanismus der Gebirgsbildung*, a émis l'hypothèse que le Landwasser, qui emporte aujourd'hui vers l'Albula les eaux du lac de Davos, s'est étendu autrefois beaucoup plus au Nord et qu'il trouvait son origine dans la Schlappina et la Sardaca, affluents actuels de la Landquart. La Landquart, qui traverse aujourd'hui la belle vallée du Prätigau, aurait coupé le mur rocheux entre le Mädrishorn et le Casannaspitz et serait venue capturer, par érosion régressive, les eaux de tête du Landwasser. L'hypothèse de la capture du Landwasser par la Landquart a été acceptée et le lac de Davos est généralement regardé comme un lac de capture.

Le but de cette Note est de montrer que l'hypothèse de Heim ne peut être soutenue, que la direction de l'écoulement actuel des eaux dans la vallée de Davos, au sud du lac, est précisément l'inverse de ce qu'elle était autrefois, enfin que le lac de Davos n'est pas un lac de capture, mais, au contraire, un lac de barrage morainique.

---

(1) Reçue dans la séance du 25 mai 1908.

Tout d'abord l'hypothèse d'une capture du Landwasser par la Landquart ne peut être acceptée sans difficultés. Si le Landwasser a reçu primitivement, par la Schlappina et la Landquart de Monbiel, les eaux de glaciers étendus, il a dû creuser considérablement son lit et il paraît difficile qu'un affluent du Rhin, alors privé de ses eaux de tête actuelles, ait pu capturer son puissant adversaire qui coulait plus bas que lui.

L'étude de la vallée de Davos m'a permis de reconnaître que cette vallée a été comblée par des matériaux morainiques et que l'épaisseur des alluvions est telle que le Landwasser n'est pas encore arrivé à déblayer son lit. D'autre part le bombement de Wolfgang (cote 1634), qui est le point culminant de la vallée et à partir duquel les eaux actuelles coulent dans deux directions opposées, n'est pas formé de roche en place, mais bien de matériaux déposés par les glaciers de la grande période glaciaire. Il en résulte que, depuis cette époque, et en raison de l'abondance des matériaux de comblement, les conditions topographiques de la vallée de Davos ont été changées, et dès lors il se peut que l'inclinaison actuelle de la vallée de Davos, au sud du lac, ne soit pas l'inclinaison primitive.

En recherchant les moraines abandonnées sur les versants, j'ai constaté que leur altitude va en diminuant à mesure qu'on s'avance vers le Nord, donc la glace s'est déplacée du Sud vers le Nord et c'est dans la même direction que devait se faire primitivement l'écoulement des eaux de la vallée de Davos. Enfin j'ai reconnu que le lac de Davos, qui s'est autrefois étendu jusqu'à Frauenkirch (longueur de 8^{km} à 9^{km} au lieu de $1^{km},4$ actuellement), est compris entre deux barres morainiques : celle de Wolfang au Nord et celle de Frauenkirch au Sud.

Ces observations complètent celles de Vaughan Jennings, qui a établi que le fond du lac de Davos est plus bas que le lit du Landwasser à Glaris (*Q. J. of Geolog. Society*, 1898), ce qui était déjà en opposition avec les vues de Heim.

L'étude de la vallée de Davos m'a conduit aux résultats suivants :

1° Le Landwasser primitif devait prendre sa source non pas à la tête de la vallée de la Schlappina, comme le prétend Heim, mais bien dans la vallée même de Davos, un peu au nord de la gorge actuelle *Die Züge*. Il s'écoulait vers le Prätigau emportant les eaux de ses affluents : le Sertig, la Dischma, la Flüela, puis de l'Est à l'Ouest vers le Rhin, en suivant le cours de la Landquart.

2° L'arrêt des eaux sous forme lacustre résulte de l'abondance des matériaux déposés par les glaciers de la grande extension. Il ne s'agit donc nullement d'une capture ana-

logue à celles que je signalais dans une Note précédente [1], ni d'un lac ayant même origine que ceux de la Maloggia.

3° L'écoulement des eaux lacustres s'est fait vers le Sud, probablement par suite de la rupture de la barrière méridionale. Il faut remarquer en outre que le torrent de Jennisberg, profitant de l'abaissement du niveau de base de l'Albula qui creusait la gorge du Schyn, a creusé, à l'extrémité de la vallée de Davos, la profonde gorge de Wiesen et a ainsi offert une issue facile aux eaux du lac. Le départ des eaux lacustres est d'ailleurs récent : la tourbe de l'extrémité méridionale du lac est moderne.

Ainsi la capture du Landwasser par la Landquart semble bien ne s'être jamais produite. La Landquart supérieure s'est toujours écoulée vers le Prätigau, mais elle recevait comme affluent le Landwasser, qui drainait la vallée de Davos du Sud au Nord. La nouvelle direction des eaux dans cette vallée est une conséquence du comblement de la vallée après le départ des glaces et de l'érosion régressive d'un affluent de l'Albula. Ce système hydrographique primitif était dès lors tout à fait analogue à celui de la Plessur actuelle.

M. Bohlin adresse une Note *Sur une propriété nouvelle du problème des deux corps*.

M. A. Robyn adresse une Note intitulée : *Remplacement de l'oxhydrile de quelques alcools aromatiques par des restes méthyléniques*.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juin 1908.

Fossiles de Patagonie. De l'Économie dans la Nature, par A. Gaudry. (Extr. des *Annales de Paléontologie*, t. III, 1908.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

---

(1) *Comptes rendus*, 4 mai 1908, p. 947-948.

Les rampes critiques en automobile, par CH. LALLEMAND. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences;* Congrès de Reims, 1907.) Paris; 1 fasc. in-8°.

L'avenir des continents, par CH. LALLEMAND. (Extr. du *Bulletin de la Société astronomique de France,* mai 1908.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3e série, t. XLIV, année 1907. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne; 4e série, t. X, année 1906. Auxerre, 1908; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 36e année, n° 1, janvier-février 1908; 1 fasc. in-4°.

Untersuchungen des Lichtwechsels eigner veränderlicher Sterne vom Algoltypus, von K. GRAFF. (*Mitteilungen der Hamburger Sternwarte;* Nr 11.) Hambourg, 1907; 1 fasc. in-8°.

The observer's Handbook; a new and revised edition of Dr R.-H. SCOTT's *Instructions in the of meteorological instruments.* Londres, Meteorological Office, 1908; 1 fasc. in-8°.

Eine neue Tonschrift von K.-M. BÆSSLER. (*Deutsche Sängerzeitung « Die Tonkunst »*; 1908, n° 11, p. 119-121, et n° 12, p. 172.) Berlin; 2 fasc. in-8°.

Travaux de la Section géologique du Cabinet de Sa Majesté; t. VIII, livr. 1. Saint-Pétersbourg, 1908; 1 vol. in-8°.

The Journal of tropical veterinary science; t. III, n° 2, 1908. Calcutta, Zhacker, Spink et Cie; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften; 1908, I-XXIII. Berlin, Georg Reimer; 12 fasc. in-4°.

Estado de São-Paulo. *Dados climatologicos*; 2e série, n° 2. São-Paulo (Brésil), 1907; 1 fasc. in-8°.

Revista del Archivo y de la Biblioteca nacional de Honduras; tomo IV, entregas 1-4. Tegucigalpa, 1907; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 4 mai 1908.)

Page 950, ligne 8, *au lieu de* Présenté par M. Haller, *lisez* Présenté par M. Amagat.

(Séance du 18 mai 1908.)

Note de M. *Limb*, Auto-excitation d'un alternateur triphasé au moyen de soupapes électrolytiques :

Page 1016, ligne 2, *au lieu de* par une source, *lisez* à une source.
Même page, ligne 19, *au lieu de* au circuit, *lisez* du circuit.

(Séance du 25 mai 1908.)

Note de M. *A. Karl*, Sur la triboluminescence des substances minérales :

Page 1106, ligne 10, *au lieu de* triconium, *lisez* zirconium.
Page 1128, ligne 5 en remontant, *au lieu de* AMANN, *lisez* AMANS.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 9 JUIN 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil destiné aux nivellements micrométriques.* Note de M. Gouy.

On a parfois besoin de mesurer de petites différences de niveau avec une grande exactitude. La disposition ordinaire du cathétomètre, avec les courts foyers qui sont nécessaires, se prête mal aux nécessités expérimentales et ne permet pas, par exemple, de mesurer des objets placés dans une auge à paroi plane. La méthode que je vais décrire permet de faire ces nivellements de précision assez aisément; elle a été étudiée afin d'exécuter des mesures de tension superficielle par la méthode des larges gouttes, dont je publierai bientôt quelques résultats.

Le principe est le suivant. Sur un disque de verre, poli, plan et horizontal, repose par trois pieds un microscope muni d'un micromètre à fil. Le microscope, sensiblement horizontal, peut monter ou descendre, mais, au moment du pointé, il forme avec son pied un ensemble rigide. La mise au point se fait en faisant glisser le microscope sur le plan de verre, ce qui donne toute liberté de mouvement. On vise ainsi un point A, qu'on pointe au moyen du micromètre; puis on vise une échelle verticale fixe, portant des divisions rapprochées, et l'on pointe un trait de l'échelle au micromètre. On a ainsi la différence de niveau du point A et du trait zéro de l'échelle.

La même opération, répétée sur d'autres points, donne les différences de niveau cherchées.

Le plan de verre est un miroir de 30^{cm} de diamètre et 5^{cm} d'épaisseur. S'il avait la perfection des bons miroirs astronomiques, ses défauts n'introduiraient que des erreurs inférieures à $0^{\mu},1$. S'il n'en est pas ainsi, on pourra généralement regarder, en deuxième approximation, la surface comme sphérique. C'est le cas du miroir employé; l'examen optique montre qu'il possède une concavité régulière de 4^{km} de rayon, sauf aux bords extrêmes, qui ne sont pas utilisés. Le point visé par le microscope décrit donc, quand on déplace cet instrument, une sphère concentrique à celle-ci. La mise de niveau se fait en plaçant le milieu du niveau au centre du disque, en sorte que la surface du verre a un plan tangent horizontal en son milieu, à l'approximation de $1''$. La correction nécessitée par la forme sphérique n'est pas négligeable, mais on peut s'en dispenser en plaçant les points visés à égale distance du centre du disque.

Pour glisser sur le plan de verre, les pieds du microscope sont terminés par de petites plaques d'ivoire, formant des calottes sphériques de 5^{cm} de rayon. On promène un moment l'instrument sur un verre plan douci, qui use un peu l'ivoire et forme des facettes planes de 2^{mm} de diamètre, qui, sur le verre poli, ne s'usent guère et assurent un contact plus régulier. Afin de ne pas toucher avec les mains le plan de verre ni les pieds de l'instrument, celui-ci est muni d'une règle de bois, qui sert à le manœuvrer et à faire la mise au point avec précision, moyennant un peu d'exercice.

Dans l'emploi d'un pareil dispositif, le point essentiel est de savoir si les contacts des pieds et du plan ont toujours lieu de la même manière. Pour examiner cette question, des expériences ont été faites avec un grossissement très fort (180), et un trait fin sur verre argenté permettant un pointé extrêmement précis. On a trouvé ainsi, pour l'erreur probable d'un pointé en faisant la mise au point chaque fois, $0^{\mu},042$, et, pour un pointé fait en laissant le microscope immobile, $0^{\mu},043$. Ces nombres identiques montrent qu'il n'y a pas lieu de craindre d'erreur de ce côté, surtout pour les mesures moins précises qu'on réalise d'ordinaire, le grossissement étant moindre (40 environ), et le pointé plus difficile. Les poussières, qu'on pourrait craindre, se montrent faciles à éviter dans la pratique.

Le disque de verre est porté par un support de fonte très massif, formant une table rabotée qui continue la surface du verre et sert à porter les divers appareils. Si une auge est employée, elle repose sur cette table au moyen de vis calantes et la verticalité de sa face antérieure est réglée, par autocollimation avec un grand niveau d'Égault, à l'approximation de $10''$.

L'échelle est sur verre et divisée en dixièmes de millimètre, de sorte que l'intervalle à mesurer avec le micromètre ne dépasse pas 50^{μ}. Elle

a 5^{mm} de longueur totale et elle est portée par une coulisse verticale en métal *invar*, reposant sur le plan de verre ([1]). Au moyen de l'appareil lui-même, on a mesuré la correction de chaque trait et la valeur totale de l'échelle, par comparaison avec une échelle décimétrique étalonnée, dont je suis redevable aux physiciens du Bureau international de Sèvres. L'appareil se prête très bien à ces comparaisons d'échelles placées verticalement, comme aussi à diverses mesures de précision ([2]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation directe des polyphénols.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

La méthode générale d'hydrogénation directe au contact de nickel divisé, qui a été découverte par l'un de nous avec la collaboration de M. Senderens, s'applique avec succès à la transformation du benzène et des carbures homologues en cyclohexane et homologues; elle convient non moins bien pour transformer les phénols en cyclohexanols correspondants, l'aniline et ses dérivés de substitution en cyclohexylamine et homologues. Contrairement aux espérances qu'avaient autorisées ces succès, la méthode n'avait pu être appliquée aux diphénols et triphénols; ces derniers, soumis à l'hydrogénation directe sur le nickel au-dessus de 200°, avaient fourni du phénol et du benzène, ainsi que leurs produits d'hydrogénation, cyclohexanol et cyclohexane, sans qu'il eût été possible de constater la production des corps désirés ([3]).

([1]) Pour la commodité des expériences, il fallait une échelle transparente, mais beaucoup d'échelles sur verre donnent de mauvais pointés, en raison des jeux de lumière produits par la réfraction sur les traits en creux. Dans l'échelle dont je fais usage, et qui est un micromètre oculaire de Carl Zeiss, les traits creux sont remplis d'un vernis noir et protégés par une lamelle de verre collée au baume, en sorte que, la réfraction étant supprimée, on voit seulement les lignes fort régulières, de 4^{μ} de largeur, formées par le vernis noir.

([2]) Voici, par exemple, comment on peut régler l'horizontalité de l'axe optique du microscope, qui, du reste, n'est pas nécessaire à ce degré d'approximation. Un microscope auxiliaire est installé à poste fixe, et sert à viser successivement le réticule du microscope (l'oculaire étant enlevé) et l'image de ce réticule fournie par l'objectif, ce qui se fait aisément en déplaçant l'instrument sur le plan. Ces deux points peuvent ainsi être amenés au même niveau à 1^{μ} près.

([3]) Paul Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 319.

En abaissant beaucoup la température d'hydrogénation, nous sommes parvenus à réaliser régulièrement la fixation directe de 6^{at} d'hydrogène sur l'hydroquinone, sur la pyrocatéchine et sur le pyrogallol.

Le polyphénol que l'on veut transformer est disposé dans une nacelle en avant de la couche de nickel réduit; la température étant maintenue vers 130°, on fait passer un courant très rapide d'hydrogène bien purifié. Les vapeurs du polyphénol sont transformées totalement en donnant le produit normal d'hydrogénation qui se condense en cristaux dans la partie froide du tube.

I. *Hydroquinone*. — La transformation directe de l'hydroquinone $C^6H^4(OH)^2$ 1.4 en cyclohexadiol 1.4 n'avait jusqu'à présent jamais été atteinte. En partant de l'éther succinylsuccinique, A. von Baeyer avait pu arriver à la cyclohexadione 1.4, puis au cyclohexadiol 1.4, ou *quinite,* qu'il avait ainsi préparé sous les deux formes stéréoisomériques prévues par la théorie, fondant respectivement à 102° (cis) et à 139° (trans) (¹).

En entraînant les vapeurs d'hydroquinone par un courant rapide d'hydrogène sur le nickel maintenu vers 160°-170°, nous avons obtenu un liquide qui, par refroidissement, abandonne une petite quantité de cristaux clinorhombiques, lesquels, après essorage, fondent à 110°: ils sont identiques à la *quinite trans* de Baeyer.

L'eau mère qui les a fournis se sépare par fractionnement en cyclohexanol, phénol et une portion passant vers 220°-230°. Cette dernière, soumise au refroidissement, dépose des cristaux qui, après essorage et recristallisation, fondent à 102°. Comme ceux obtenus auparavant, ils possèdent une saveur sucrée et ne réduisent pas le nitrate d'argent ou la liqueur de Fœhling. Ils sont identiques à la *quinite cis* de Baeyer et sont obtenus de la sorte en proportion bien supérieure à celle de la quinite trans.

En conduisant l'hydrogénation au voisinage de 130°, nous avons pu éviter toute formation accessoire de phénol et de cyclohexanol et obtenir exclusivement un dépôt cristallin mamelonné de *quinite cis,* fondant à 102°.

Les tentatives que nous avons faites pour transformer la quinite cis en quinite trans en faisant passer ses vapeurs dans un courant d'hydrogène sur du nickel ou sur du cuivre chauffé vers 170° ne nous ont conduits à aucun résultat positif.

(¹) Ad. von Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.,* t. CCLXXVIII, 1894, p. 88.

II. *Pyrocatéchine.* — La transformation de la pyrocatéchine

$C^6H^4(OH)^2$ 1.2

en cyclohexadiol correspondant n'avait jamais été réalisée directement. Markownikoff, en appliquant au cyclohexène la méthode d'oxydation de Wagner, a obtenu une orthoquinite fondant vers 100° et bouillant à 233°. Brunel, en suivant une voie un peu différente, a préparé à partir du cyclohexène une orthoquinite fondant à 104° et bouillant à 236°, qu'il a considérée comme le diol *cis*, tandis que celui de Markownikoff serait le dérivé *trans*.

En opérant comme nous l'avons dit plus haut l'hydrogénation directe des vapeurs de pyrocatéchine par un grand excès d'hydrogène sur le nickel vers 130°, nous avons obtenu exclusivement, sans aucune formation accessoire, des cristaux rhombiques de *cyclohexadiol* 1.2 fondant à 75°-76° et bouillant vers 225°. Ces cristaux, très solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, ne donnent pas de coloration avec le chlorure ferrique, ne brunissent pas au contact des alcalis et ne réduisent pas la liqueur de Fœhling. Nous pensons qu'ils constituent le cyclohexadiol *cis*; les synthèses antérieures n'auraient jusqu'à présent fourni que le trans.

Parmi les raisons qui militent en faveur de cette manière de voir, nous indiquerons aujourd'hui seulement les suivantes :

1° On a vu plus haut que, dans la série para, c'est le dérivé *cis* qui se produit de préférence.

2° Le point de fusion de la paraquinite cis de Baeyer est notablement plus bas que celui de la paraquinite trans (102° au lieu de 140°). De même on peut prévoir que le point de fusion de l'orthoquinite cis sera inférieur à celui de l'orthoquinite trans et en outre, d'après les règles habituelles, devra être plus bas que celui du composé analogue cis de la série *para*, c'est-à-dire que 102°.

Une étude plus approfondie des propriétés du diol préparé par nous permettra de fixer plus sûrement notre opinion sur ce sujet.

III. *Résorcine.* — L'entraînement des vapeurs de résorcine vers 130° est très difficile à réaliser. Nous avons toutefois pu recueillir de très petites quantités d'un diol fondant à 65°, qui constitue sans doute le *cyclohexadiol* 1.3 *cis*. Si on élève un peu la température pour accroître le transport de matière, on n'obtient plus qu'un liquide incristallisable dont la réaction fortement acide indique la présence de la cyclohexadione ou dihydrorésor-

cine correspondante, mais d'où nous ne sommes pas parvenus à extraire un produit défini.

IV. *Pyrogallol.* — On n'avait jamais obtenu jusqu'à présent aucun cyclohexatriol.

En entraînant par un courant violent d'hydrogène sur le nickel, vers 120°-130°, les vapeurs de pyrogallol $C^6H^3(OH)^3$ 1.2.3, nous avons obtenu des cristaux tabulaires très solubles dans l'eau, qui ne donnent aucune coloration avec les sels de fer et ne brunissent pas au contact des alcalis. C'est le *cyclohexatriol* 1.2.3. Il fond à 67° et est très hygroscopique.

Les diols et le triol, que nous venons de préparer directement à partir des polyphénols, devront être le point de départ d'une étude spéciale des propriétés de ces composés.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques à Tananarive;* par M. Ed.-El. Colin.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des observations magnétiques absolues que j'ai exécutées toutes les semaines à l'Observatoire de Tananarive, depuis le mois de mai 1907 jusqu'au mois d'avril 1908 inclusivement.

La série de ces travaux, commencés en mai 1903, comprend actuellement une période de cinq années consécutives.

Voici les résultats obtenus :

Mesures absolues de la déclinaison, en 1907 *et* 1908.

Dates.		Heures.		Déclinaison NW.	
		h m	h m	° ′ ″	
Mai	3...	11.12 à	11.25	9.34.15	Moy. : 9°32′52″
	10...	11.15	11.27	9.33.56	
	17...	12. 9	12.23	9.34.41	
	24...	12. 9	12.22	9.29.49	
	31...	12.14	12.26	9.31.40	
Juin	7...	12.15	12.31	9.32.11	Moy. : 9°31′4″
	14...	11.17	11.33	9.30.45	
	21...	12.15	12.27	9.31.30	
	28...	12.22	12.33	9.29.52	
Juill.	5...	12.19 à	12.33	9.32. 4	Moy. : 9°30′48″
	12...	11.23	11.37	9.29.37	
	19...	12.25	12.57	9.30.52	
	26...	12.20	12.34	9.30.41	
Août	2...	12.25	12.40	9.30.28	Moy. : 9°27′49″
	9...	12.18	12.31	9.26.26	
	16...	12.19	12.33	9.31. 7	
	23...	12.14	12.26	9.29.15	
	30...	12.10	12.25	9.28.52	

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Sept. 6...	12.16 à	12.26	9.28.45	Moy. : 9°29′17″
13...	12.12	12.24	9.29.44	
20...	12.10	12.21	9.29. 9	
27...	12. 8	12.21	9.29.30	
Oct. 4...	12. 5	12.16	9.26.11	Moy. : 9°26′50″
11...	12. 0	12.10	9.28.30	
18...	12. 0	12.11	9.28.30	
25...	11.58	12. 7	9.25.11	
30...	11.50	12. 6	9.25.49	
Nov. 8...	11.55	12. 9	9.19.49	Moy. : 9°21′51″
15...	11.54	12. 4	9.23.15	
22...	12.17	12.30	9.22.30	
Déc. 3...	8. 0	8.13	9.27.41	Moy. : 9°22′26″
6...	12.31	12.44	9.16.22	
13...	12.38	12.50	9.23.53	
20...	12.27	12.39	9.21.53	
27...	12.25	12.39	9.22.22	

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Janv. 3...	12.40 à	12.51	9.19.30	Moy. : 9°22′26″
10...	12.30	12.46	9.25.54	
17...	12.48	13. 0	9.23.15	
24...	11.50	12. 0	9.24.56	
31...	12.10	12.20	9.19.37	
Févr. 7...	11.58	12. 8	9.23.15	Moy. : 9°21′40″
14...	12.25	12.45	9.21.45	
21...	12.25	12.38	9.20.41	
28...	12.25	12.35	9.21. 0	
Mars 6...	12.45	12.55	9.21.45	Moy. : 9°22′31″
13...	12.35	12.49	9.24. 0	
20...	12.25	12.41	9.20.41	
27...	12. 0	12.10	9.23.38	
Avril 3...	12.23	12.36	9.19.45	Moy. : 9°21′22″
10...	12.20	12.35	9.21. 0	
15...	8.10	8.20	9.21.26	
24...	12.22	12.33	9.23.19	

Mesures absolues de l'inclinaison, en 1907 *et* 1908.

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
	h m	h m	° ′ ″	
Mai 4...	12.12 à	12.40	54.10. 2	Moy. : 54°7′8″
11...	12.13	12.39	53.58.18	
18...	12.12	12.43	54.15. 7	
25...	12.10	12.45	54. 5. 7	
Juin 1...	12.12	12.40	53.59.24	Moy. : 54°5′15″
8...	12.14	12.49	54. 9. 1	
15...	12.18	12.54	54. 8.56	
22...	12.16	12.50	54. 6.21	
29...	12.17	12.50	54. 2.33	
Juill. 6...	12.20	12.52	54. 5.38	Moy. : 54°3′31″
13...	11.24	12. 0	54. 0.21	
20...	12.23	13. 5	54. 6.13	
27...	12.25	13.10	54. 1.55	
Août 3...	12.22	13. 5	54. 4.46	Moy. : 54°4′19″
17...	12.21	12.50	54. 3.50	
20...	12.18	12.53	54. 3. 2	
24...	12.19	13. 0	54. 2.27	
31...	12.16	12.42	54. 7.33	

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
	h m	h m	° ′ ″	
Sept. 7...	12.16 à	12.40	54. 2.48	Moy. : 54°5′56″
14...	12.15	12.41	54. 6.41	
21...	12. 9	12.34	54. 8.18	
28...	12.10	12.35	54. 5.57	
Oct. 5...	12. 5	12.32	54. 8.46	Moy. : 54°5′17″
12...	12. 0	12.24	53.58.45	
19...	11.58	12.21	54. 9.26	
26...	11.55	12.22	54. 4.12	
Nov. 2...	11.50	12.17	54. 6.58	Moy. : 54°5′32″
9...	11.55	12.21	54. 2.22	
16...	12. 3	12.26	54. 0.45	
23...	12.21	12.50	54.11.33	
Déc. 3...	13.30	13.59	54. 5. 3	Moy. : 54°5′59″
7...	11.42	12.10	54. 7.51	
14...	12.28	12.56	54. 4.27	
21...	12.35	12.58	54. 7. 2	
28...	12.34	12.55	54. 5.36	

Dates.	Heures.		Inclinaison.	Moyenne
	h m	h m	° ′ ″	
Janv. 4...	12.32 à	12.56	54. 8.33	Moy. : 54°9′57″
11...	12.30	12.55	54.10. 8	
18...	12.39	13. 5	54.11.48	
25...	12.45	13.10	54. 9.22	
Févr. 1...	12.12	12.37	54. 6.32	Moy. : 54°6′11″
8...	11.45	12.16	54. 5.27	
15...	12.15	12.45	54.10.32	
22...	12. 2	12.35	54. 3. 6	
29...	12.45	13.13	54. 5.18	

Dates.	Heures.		Inclinaison.	Moyenne
	h m	h m	° ′ ″	
Mars 7...	12.28 à	13. 0	54.12. 6	Moy. : 54°7′6″
14...	12.45	13. 9	54. 5.12	
21...	12.34	13. 4	54. 6.37	
28...	12.25	12.50	54. 4.32	
Avril 4...	12.25	12.46	54. 6.46	Moy. : 54°3′44″
11...	12.19	12.40	54. 4.21	
15...	12.22	12.52	54. 0.59	
25...	12.20	12.49	54. 2.50	

Mesures absolues de la composante horizontale, en 1907 et 1908.

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	Moyenne
	h m	h m		
Mai 3..	11.25 à	12.11	0,25304	Moy. : 0,25295
10...	11.28	12.18	0,25303	
17...	12.23	12.50	0,25241	
24...	12.22	12.50	0,25291	
31...	12.26	12.52	0,25338	
Juin 7...	12.31	12.58	0,25355	Moy. : 0,25362
14...	11.34	12.16	0,25355	
21...	12.27	12.55	0,25311	
28...	12.33	13. 1	0,25414	
Juill. 5...	12.32	12.59	0,25386	Moy. : 0,25329
12...	11.37	12.31	0,25296	
19...	12.37	13. 3	0,25330	
26...	12.34	13. 2	0,25304	
Août 2...	12.40	13.11	0,25227	Moy. : 0,25272
9...	12.31	13. 2	0,25274	
16...	12.33	13. 2	0,25270	
23...	12.26	12.53	0,25261	
30...	12.25	12.59	0,25329	
Sept. 6...	12.26	12.55	0,25346	Moy. : 0,25291
13...	12.24	12.56	0,25275	
20...	12.21	12.51	0,25266	
27...	12.21	12.50	0,25280	
Oct. 4...	12.16	12.49	0,25324	Moy. : 0,25300
11...	12.11	12.38	0,25348	
18...	12.11	12.41	0,25268	
25...	12. 7	12.36	0,25318	
30...	12. 6	12.35	0,25246	

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	Moyenne
	h m	h m		
Nov. 8...	12. 9 à	12.38	0,25378	Moy. : 0,25337
15...	12. 5	12.32	0,25356	
22...	12.31	12.59	0,25278	
Déc. 6...	12.44	13.11	0,25355	Moy. : 0,25329
13...	12.50	13.18	0,25290	
20...	12.39	13. 9	0,25349	
27...	12.40	13. 7	0,25325	
Janv. 3...	12.51	13.27	0,25286	Moy. : 0,25311
10...	12.46	13.17	0,25294	
17...	13. 1	13.29	0,25349	
24...	12.15	12.41	0,25333	
31...	12.24	12.50	0,25296	
Févr. 7...	12. 8	12.42	0,25315	Moy. : 0,25330
14...	12.46	13.11	0,25345	
21...	12.38	13. 6	0,25335	
28...	12.35	13. 6	0,25337	
Mars 6...	12.55	13.25	0,25286	Moy. : 0,25266
13...	12.50	13.21	0,25270	
20...	12.41	13. 8	0,25305	
27...	12.10	12.39	0,25205	
Avril 3...	12.39	13. 6	0,25307	Moy. : 0,25301
10...	12.35	13. 6	0,25256	
15...	8.20	8.52	0,25285	
24...	12.33	13. 4	0,25301	

On constate, d'après les trois Tableaux précédents, que, du mois de mai 1907 au mois d'avril 1908 : 1° la déclinaison a diminué en moyenne de 11′30″; de plus, on remarque une brusque diminution de 5′ entre les mois d'octobre et de novembre; 2° l'inclinaison est plus faible de 3′ pendant cette même période; 3° la valeur de la composante horizontale est restée sensiblement la même.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse exacte du gaz des marais. Dissociation de plusieurs carbures d'hydrogène obtenue dans l'eudiomètre-grisoumètre;* par M. **Nestor Gréhant.**

Rien n'est plus facile que de se procurer du gaz des marais. Dans une pièce d'eau ombragée par un saule pleureur à l'entrée principale du Muséum d'Histoire naturelle, nous introduisons une cloche de verre à bouton maintenue par un long bâton et descendue à l'aide d'une corde et d'une poulie jusqu'au niveau du fond du marais; une longue tige de bois est enfoncée dans la vase à 3^m de profondeur : du gaz se dégage dans la cloche, qui est relevée, immergée dans un seau plein d'eau et rapportée au Laboratoire.

1° *Analyse du gaz.* — On fait passer dans un tube gradué 100^{cm^3} de gaz :

Potasse : $98^{cm^3},5$; $1^{cm^3},5$ d'acide carbonique;

sur les $98^{cm^3},5$, on transvase dans un tube de 50^{cm^3} :

9^{cm^3}	de gaz des marais,
30	après addition d'oxygène,
50	après addition d'air.

Le mélange, étant bien agité, est fixé par mon support à cupule, qui est bien connu, dans un grand bocal de verre plein d'eau.

Un seul passage du courant dans l'inflammateur à tiges parallèles rougit un fil de platine et produit une forte détonation avec flamme.

	50^{cm^3}		
	37,5	1re réduction,	$12^{cm^3},5$ oxygène employé,
KOH....	31,4	2e réduction,	$6^{cm^3},1$ acide carbonique produit.

La réduction totale est $18^{cm^3},6$ dont le tiers correspond à $6^{cm^3},2$ de formène pur; l'analyse indique donc les caractères eudiométriques du formène, puisque le volume

d'oxygène $12^{cm^3},5$ est à peu près le double du volume d'acide carbonique $6^{cm^3},1$; nous trouvons donc dans 100^{cm^3} de gaz des marais $67^{cm^3},7$ de formène.

Je ne puis trop conseiller aux chimistes qui peuvent être chargés de doser le grisou ou le formène dans les mines de houille de s'exercer d'abord à doser le formène dans le gaz des marais, dont divers échantillons peuvent, comme je l'ai reconnu, présenter des proportions variables de gaz combustible.

2° *Dissociation de plusieurs carbures d'hydrogène.* — En faisant passer dans trois eudiomètres-grisoumètres de mon invention 60^{cm^3} de formène pur, 60^{cm^3} d'éthylène et 60^{cm^3} d'acétylène, sans addition d'oxygène ou d'air, on obtient par 500 ou 600 passages du courant portant la spirale de platine au rouge vif des résultats curieux et très différents.

a. Dans le formène il se produit une dissociation accompagnée d'un très faible dépôt de charbon qui double à peu près le volume du gaz; un certain volume d'hydrogène devient libre.

b. L'éthylène donne un dépôt de charbon sur les parois de l'ampoule et quelques gouttelettes de goudron, avec un faible accroissement du volume du gaz.

c. L'acétylène s'enflamme dès le premier passage du courant et donne un dépôt abondant de charbon qui se fixe en partie sur la spirale de platine et sur les parois de l'ampoule, avec une grande diminution du volume gazeux.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie mes appareils qui ont fourni des résultats analogues à ceux qui ont été obtenus par l'illustre maître Marcelin Berthelot par la voie sèche, quand il a fait passer différents carbures d'hydrogène dans des tubes chauffés au rouge vif.

Il est évident que ce nouvel emploi de mon eudiomètre-grisoumètre permettra aux chimistes d'étudier d'une manière exacte et facile les phénomènes de dissociation de tous les carbures d'hydrogène gazeux ou des vapeurs des carbures liquides.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le réglage des groupes électrogènes;* par **M. J.-L. Routin.** Présentée par M. H. Léauté. (Extrait par l'Auteur.)

Dans le cas le plus général où il s'agit de groupes électrogènes fournissant des courants alternatifs, le réglage doit porter à la fois sur la vitesse et sur la tension. On dispose à cet effet de deux moyens distincts : on peut agir sur l'excitation du générateur et sur l'admission du fluide moteur. On a été ainsi conduit à distinguer le réglage électrique du réglage mécanique.

Mais cette distinction paraît avoir été trop complète et il semble bien qu'on a fini par voir deux problèmes différents là où il n'y a, en réalité, que deux faces différentes d'un même problème : on ne saurait en effet considérer la vitesse et la tension comme deux grandeurs indépendantes, et il est indispensable de prendre en considération leurs réactions mutuelles. Or cette question n'a jamais été envisagée. Il y avait donc là une première lacune à combler.

L'étude des conditions de stabilité de l'équilibre qui doit exister en régime permanent entre le couple moteur et le couple résistant nous a conduit à formuler un certain nombre de théorèmes. On démontre notamment que : si l'on suppose que la tension soit maintenue rigoureusement constante quelle que soit la vitesse, et si le groupe comprend une machine à pistons conduisant une dynamo à courant continu, il est théoriquement impossible, quelle que soit la nature de la charge, d'assurer le réglage stable de la vitesse.

L'équilibre en régime permanent redevient stable si le régulateur peut admettre une zone d'inaction.

L'étude du réglage mécanique exige l'établissement préalable de la formule qui représente le couple résistant : la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question ont supposé le couple résistant indépendant de la vitesse. Cette hypothèse n'est pas admissible dans le cas d'un groupe électrogène. Il est cependant facile d'établir une formule suffisamment approchée pour les besoins de la pratique industrielle. En introduisant cette formule dans l'équation qui permet de déterminer la loi qui régit les variations de la vitesse pendant la correction d'une perturbation, on met en évidence le rôle (négligé jusqu'à ce jour) de l'inertie propre des différents moteurs desservis par le réseau.

Dans toutes les applications du réglage indirect, l'organe chargé d'effectuer la correction a toujours été manœuvré avec une vitesse constante. Par contre, lorsque le réglage est effectué à la main, l'homme, régulateur intelligent, agit toujours avec une vitesse proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger. Il est possible de réaliser des régulateurs automatiques agissant à vitesse variable.

Deux cas particulièrement intéressants méritent de retenir l'attention : le premier suppose la vitesse de manœuvre proportionnelle à l'écart de vitesse et le second la suppose proportionnelle à l'accélération.

L'analyse permet d'établir les formules qui donnent l'écart maximum de vitesse et éventuellement le nombre d'oscillations, ainsi que la puissance que doit avoir le

moteur auxiliaire. Ces formules peuvent être réduites à la considération des quatre grandeurs ou coefficients ci-après :

Variation de la charge;

Valeur de la charge finale;

Rapport de la puissance normale du groupe à son énergie cinétique;

Durée de la manœuvre.

L'*asservissement* du moteur auxiliaire permet, lorsqu'il est convenablement réalisé, de ramener l'étude du réglage indirect au cas de l'action directe. Nos formules indiquent la puissance qu'il convient de donner au moteur auxiliaire pour obtenir ce résultat.

Mais en pratique il est souvent difficile d'obtenir un asservissement parfait, et l'organe de réglage ne suit pas toujours instantanément et fidèlement tous les déplacements du régulateur; le réglage s'opère alors suivant une loi complexe et le moyen le plus simple de suivre le phénomène consiste à employer l'ingénieuse représentation graphique due à M. Léauté.

Un régulateur asservi donne forcément une vitesse plus faible en charge qu'à vide. Pour ramener la vitesse à son taux normal, on emploie des compensateurs, qui sont en somme des correcteurs de l'action des régulateurs. La méthode graphique de M. Léauté se prête également bien à l'étude de la compensation. Elle peut enfin être généralisée et appliquée à l'étude du réglage de la tension à vitesse constante. Une remarque s'impose toutefois : on sait que la self-induction joue en général dans les phénomènes électriques un rôle comparable à celui de l'inertie en cinématique. Or l'inertie joue dans le réglage mécanique un rôle utile, car elle s'oppose aux variations brusques de la vitesse et donne au régulateur le temps d'agir, tandis que la self-induction joue toujours un rôle nuisible dans le réglage de la tension.

La compensation des régulateurs de tension peut s'obtenir avec la plus grande facilité en faisant réagir le courant principal sur le tensimètre : on fait ainsi du *compoundage électro-mécanique*.

Dans la plupart des centrales électriques, on a l'habitude de prévoir autant de régulateurs qu'il y a de groupes : on ne rencontre que très exceptionnellement le réglage central qui permet de commander, à l'aide d'un seul régulateur, l'ensemble des servo-moteurs de tous les groupes en service sur un même réseau. Cette solution est cependant plus rationnelle et plus économique; elle permet en effet d'assurer une répartition uniforme de la charge.

Le développement des distributions électriques a posé le problème du réglage de plusieurs usines desservant un même réseau et distantes parfois

de plusieurs centaines de kilomètres : le réglage central reste applicable dans ce cas, à condition d'employer un servo-moteur électrique; cet appareil présente en outre l'avantage de permettre la mise automatique en service ou hors service de chaque unité.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Caisse des recherches scientifiques. Année 1907 : *Rapport annuel adressé au Président de la République française*, par M. Paul Dislère.

2° *Glossaire allemand-français des termes d'Anatomie et de Zoologie*, par M. Raphaël Blanchard. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en fraction continue d'un nombre algébrique*. Note de M. **Auric**, transmise par M. Jordan.

Soit $f(x, y) = 0$ une équation algébrique rendue homogène, irréductible et de degré k dont (a_0, a_1) est racine.

En réduisant $\frac{a_0}{a_1}$ en fraction continue on aura

$$a_0 = \lambda_1 a_1 - a_2, \quad a_1 = \lambda_2 a_2 - a_3, \quad \ldots, \quad a_n = \lambda_{n+1} a_{n+1} - a_{n+2}, \quad \ldots,$$
$$a_0 = Q_n^0 a_{n+1} - Q_{n+1}^0 a_n, \quad a_1 = Q_n^1 a_{n+1} - Q_{n+1}^1 a_n,$$

d'où

$$f(a_0, a_1) = 0 = f(Q_n^0 a_{n+1} - Q_{n+1}^0 a_n, Q_n^1 a_{n+1} - Q_{n+1}^1 a_n).$$

L'équation algébrique qui donnera $z = \frac{a_n}{a_{n+1}}$, dont λ_{n+1} est la valeur approchée, sera donc

$$f(Q_n^0, Q_n^1) + \ldots + (-1)^k f(Q_{n+1}^0, Q_{n+1}^1) z^k = 0.$$

Mais ces coefficients peuvent s'écrire autrement en tenant compte de ce fait que $\frac{Q_n^0}{Q_n^1}$, $\frac{Q_{n+1}^0}{Q_{n+1}^1}$ sont des réduites de $\frac{a_0}{a_1}$.

En effet,

$$f(Q_n^0, Q_n^1) = (Q_n^1)^k f\left(\frac{Q_n^0}{Q_n^1}, 1\right) = (Q_n^1)^k f\left[\frac{a_0}{a_1} + \left(\frac{Q_n^0}{Q_n^1} - \frac{a_0}{a_1}\right), 1\right]$$
$$= (Q_n^1)^k f'\left(\frac{a_0}{a_1}, 1\right)\left(\frac{Q_n^0}{Q_n^1} - \frac{a_0}{a_1}\right)(1 + \varepsilon_n);$$

car $f\left(\frac{a_0}{a_1}, 1\right) = 0$, $f'\left(\frac{a_0}{a_1}, 1\right) = M \neq 0$, puisque l'équation donnée est irréductible, ε_n tend vers zéro pour $n = \infty$.

Or on a

$$\frac{Q_n^0}{Q_n^1} - \frac{a_0}{a_1} = \frac{a_n}{Q_n^1 a_1}.$$

On peut donc écrire

$$f(Q_n^0, Q_n^1) = M(1 + \varepsilon_n)\frac{a_n(Q_n^1)^{k-1}}{a_1} = M(1 + \varepsilon_n)\frac{a_n(a_{n-1}Q_n^1)^{k-1}}{a_1(a_{n-1})^{k-1}}.$$

Or nous savons que (¹)

$$|a_{n-1}Q_n^1| = |\lambda a_1|,$$

λ étant compris entre $\frac{3}{4}$ et $\frac{5}{4}$ si l'on est dans le domaine réel et entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{2}$ si l'on est dans le domaine complexe.

On aura donc

$$\left|\left(\frac{1}{2}\right)^{k-1} M(1 + \varepsilon_n)\frac{a_1^{k-2}a_n}{(a_{n-1})^{k-1}}\right| < |f(Q_n^0, Q_n^1)| < \left|\left(\frac{3}{2}\right)^{k-1} M(1 + \varepsilon_n)\frac{a_1^{k-2}a_n}{(a_{n-1})^{k-1}}\right|.$$

On aura de même

$$\left|\left(\frac{1}{2}\right)^{k-1} M(1 + \varepsilon_{n+1})\frac{a_1^{k-2}a_{n+1}}{a_n^{k-1}}\right| < |f(Q_{n+1}^0, Q_{n+1}^1)| < \left|\left(\frac{3}{2}\right)^{k-1} M(1 + \varepsilon_{n+1})\frac{a_1^{k-2}a_{n+1}}{a_n^{k-1}}\right|,$$

et par suite

$$\left|\left(\frac{1}{3}\right)^{k-1}\frac{a_n^k}{(a_{n-1})^{k-1}a_{n+1}}\right| < \left|\frac{f(Q_n^0, Q_n^1)}{f(Q_{n+1}^0, Q_{n+1}^1)}\right| < \left|3^{k-1}\frac{a_n^k}{(a_{n-1})^{k-1}a_{n+1}}\right|.$$

Admettons que les valeurs successives de $|z| = \left|\frac{a_n}{a_{n+1}}\right|$ augmentent toutes indéfiniment avec n; alors $\left|\frac{f(Q_n^0, Q_n^1)}{f(Q_{n+1}^0, Q_{n+1}^1)}\right|$ augmentera aussi indéfiniment et l'on aura

$$\left|3^{k-1}\frac{\dfrac{a_n}{a_{n+1}}}{\left(\dfrac{a_{n-1}}{a_n}\right)^{k-1}}\right| > |A_n| \qquad (\lim|A_n| = \infty),$$

(¹) AURIC, *Essai sur la théorie des fractions continues* (*Journal de M. Jordan*, 1902, p. 400 et 427).

et en prenant les valeurs approximatives

$$|\lambda_{n+1}| > \left|\frac{A_n}{3^{k-1}}\right| |\lambda_n|^{k-1},$$

ou plus simplement

$$|\lambda_{n+1}| = |\lambda_n|^{k-1+\alpha} \qquad (\alpha > 0).$$

Donc, pour qu'un nombre dont le développement en fraction continue renferme des quotients incomplets λ_n augmentant tous indéfiniment soit un nombre algébrique de degré k, il faut que

$$|\lambda_{n+1}| = |\lambda_n|^{k-1+\alpha} \qquad (\alpha > 0).$$

Ce résultat permet de démontrer que e n'est pas un nombre algébrique, car $\frac{e^2-1}{e^2+1}$ le serait également.

Or on a

$$\frac{e^2-1}{e^2+1} = 1 \dotplus \frac{1}{3} \dotplus \frac{1}{5} \dotplus \frac{1}{7} \dotplus \ldots,$$

avec

$$\lambda_n = 2n+1.$$

L'égalité ci-dessus ne serait satisfaite que pour une valeur de k voisine de 2; or $\frac{e^2-1}{e^2+1}$ n'est visiblement pas racine d'une équation du second degré, car le développement serait périodique.

Donc $\frac{e^2-1}{e^2+1}$ et e sont transcendants et peuvent seulement être qualifiés de *quasi-quadratiques*, si l'on accepte une classification basée sur la propriété que nous venons d'établir.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la véritable cause du dédoublement de la courbe de désactivation des conducteurs recouverts d'une couche diélectrique et radioactivés avec charge.* Note de MM. **Ed. Sarasin** et **Th. Tommasina**.

Poursuivant nos recherches expérimentales sur la cause du dédoublement de la courbe de désactivation que donnent les conducteurs recouverts d'une couche isolante, radioactivés avec charge positive ou négative ([1]), nous avons fait de nouvelles expériences qui nous en donnent l'interprétation.

([1]) *Comptes rendus*, 19 août 1907.

La concomitance, dans le phénomène du dédoublement de la courbe de désactivation, de deux effets, celui de la convection électrique et celui de l'ionisation par le rayonnement radioactif, étant très probable, nous avons cru utile de nous en assurer en séparant les deux actions. Au lieu de radioactiver la spirale métallique rigide recouverte de caoutchouc [1] dans l'enceinte close contenant l'émanation du sel de radium, nous l'avons simplement maintenue en charge au potentiel de 3000 volts dans l'air libre. Pendant ce même temps nous soumettions, sans charge, à l'action du radium, six bouts de fil métallique terminés en crochet pour facile suspension. Nous avons simplifié l'appareil de dispersion d'Elster et Geitel, en ne conservant que la base du récipient, sur laquelle on plaçait la spirale; à l'intérieur de celle-ci on suspendait les six fils métalliques radioactivés. Puis on commençait immédiatement les séries de lectures des décharges.

Le résultat obtenu par ce dispositif a été peu régulier, mais suffisant pour nous assurer de l'existence des deux actions concomitantes. En outre le fait qu'ici la charge absorbée par le diélectrique était très faible confirmait notre première explication que la pénétration de la charge, pendant l'activation, dans le diélectrique, devait être favorisée par son ionisation interne due au rayonnement radioactif du sel de radium dans l'enceinte close.

Pour mieux établir ce fait, nous avons augmenté l'action de la charge en donnant à la spirale, placée sur l'appareil de dispersion et isolée sur paraffine, une charge constante de 3000 volts, en la reliant à l'un des pôles d'une pile, l'autre étant au sol.

Dans ces conditions, dès qu'on accrochait à l'intérieur de la spirale les fils radioactivés, immédiatement l'électroscope se chargeait de même signe, tandis qu'il se déchargeait si on lui donnait une charge de signe contraire à celui de la spirale.

Cela montre que le rayonnement radioactif ionise autant l'air qui se trouve entre la spirale et le cylindre disperseur de l'électroscope que le caoutchouc, chose connue; mais cela semblerait montrer en outre que l'ionisation n'est pas uniquement une production d'ions positifs et négatifs, qu'il y a là formation de chaînes conductrices moléculaires, analogues aux chaînes de limailles. En effet, la désagrégation atomique de radioactivité doit fournir de l'énergie électrique libre qui est transportée ou qui transporte l'émanation. Celle-ci, en rencontrant dans sa diffusion les molécules du diélectrique, leur apporte les charges qui, les polarisant par influence, les fait adhérer, formant ainsi des alignements, vrais ponts conducteurs, sur lesquels la charge s'étale depuis la spirale jusqu'à la capacité de l'électroscope qui en reçoit un flux continu.

Ensuite, par une nouvelle modification du dispositif, nous sommes parvenus à mettre en évidence l'absorption par les diélectriques de la charge qui leur a été donnée pendant leur activation.

---

[1] *Loc. cit.*

Nous avons fait construire un cylindre métallique avec tige, identique au cylindre disperseur de l'électroscope, pouvant être fixé à la place de ce dernier. Ce nouveau cylindre fut recouvert d'une couche de paraffine de $0^{mm},5$ d'épaisseur, puis soumis lui-même à l'activation avec charge. On le suspendait par sa tige au centre du couvercle du récipient contenant le sel de radium, par une borne isolée dans un bouchon de paraffine et reliée à la pile. Il faut avoir soin que le récipient ne soit pas isolé, car autrement le phénomène n'a pas lieu. Le rayonnement ionise rapidement, comme on sait, le bouchon de paraffine; alors la charge s'étale sur le récipient et le corps à radioactiver n'en reçoit plus aucune trace.

L'activation avec charge positive étant très lente, on la prolongeait pendant 5 heures. Après ce laps de temps on retirait rapidement le cylindre paraffiné activé et on le fixait sur l'électroscope qui manifestait, comme dans l'expérience précédente, une charge croissante *de même signe*. On le déchargeait partiellement, ramenant les feuilles d'aluminium, par exemple, à moins de onze divisions de chaque côté; on les laissait atteindre ce chiffre correspondant à un potentiel de $184^{volts},4$ et l'on faisait deux lectures à 1 minute de distance l'une de l'autre. A la deuxième minute, le potentiel était monté à $234^{volts},3$; différence en plus $49^{volts},9$. Donc la charge du cylindre paraffiné, si elle est de même signe que celle avec laquelle il a été activé, s'accroît au lieu de diminuer, comme c'est le cas pour un cylindre métallique nu. On a des séries comme celle-ci :

Temps....	3^h40^m.	3^h43^m.	3^h47^m.	3^h50^m.	3^h56^m.	3^h59^m.	4^h5^m.	$4^h7^m30^s$.	$4^h12^m30^s$.	$4^h15^m30^s$.	...	4^h51^m.
Charges en 2 minutes.	volts 49,9	volts 46,2	volts 41,6	volts 38,9	volts 38,5	volts 37,1	volts 35,8	volts 34,9	volts 33,1	volts 31,0	...	volts 15,8

L'activation avec charge négative étant plus rapide, avec une durée de 45 minutes seulement, on a eu les séries de charges négatives suivantes :

Temps....	4^h32^m.	$4^h35^m30^s$.	4^h38^m.	4^h41^m.	4^h45^m.	4^h48^m.	4^h58^m.	5^h1^m.	...	5^h32^m.
Charges en 2 minutes.	volts 62,9	volts 56,4	volts 55,6	volts 50,8	volts 48,8	volts 46,7	volts 38,9	volts 36,7	...	volts 16,8

Dans les deux cas, en changeant de signe la charge de l'électroscope, on a, pour les décharges, des séries analogues que, pour abréger, nous ne donnons pas ici [1].

Le cylindre paraffiné activé sans charge ne produit pas l'effet ci-dessus.

On voit que les résultats actuels confirment le fait, signalé par nous dès le début de nos recherches, que l'activation et la désactivation sont beaucoup plus lentes lorsque la charge utilisée est positive. L'absorption,

---

(1) Nous tenons à rapprocher cette expérience de celle décrite par M. H. Becquerel dans sa Communication du 18 mai 1903 à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1173).

puis l'auto-émission de la charge que nous venons de décrire sont certainement une fonction directe de la radioactivité. Elles sont la véritable cause du dédoublement de la courbe de désactivation.

PHYSIQUE. — *Sur le signe du dichroïsme électrique et du dichroïsme magnétique.* Note de M. **Georges Meslin**, transmise par M. Mascart.

J'ai montré antérieurement que le signe du dichroïsme magnétique d'une liqueur mixte était donné par le signe de l'expression $(n_l - n_s)(N_l - N_s)$, dans laquelle n_l et n_s désignent les indices du liquide et du solide et où N_l et N_s représentent des coefficients relatifs, l'un au liquide, l'autre au solide; je n'avais pas encore spécifié la signification de ces coefficients, qui se rattachent aux propriétés magnétiques d'une façon qu'il y a lieu de préciser; mais, pour ne pas faire d'hypothèses inutiles, on pouvait, dès le début de cette étude, considérer N_l et N_s comme des numéros d'ordre et le résultat précédent pouvait s'exprimer sous une autre forme équivalente qui est la suivante: Il est *possible* de former avec tous les liquides et les solides un Tableau et de ranger ces corps dans un ordre tel que l'association d'un solide et d'un liquide donnera une liqueur dont le dichroïsme sera positif ou négatif suivant que le solide suivra ou précédera le liquide, pourvu, en même temps, que son indice soit supérieur à l'indice du liquide, la règle étant appliquée en sens inverse si le solide est moins réfringent que le liquide.

Comme, d'autre part, dans le classement que j'ai donné, les solides et les liquides sont entremêlés, il en résulte que, si l'on considère un corps solide successivement associé aux différents liquides, le signe du dichroïsme changera, non seulement lorsque l'indice du liquide passera par une valeur convenable, mais aussi lorsque le numéro d'ordre du liquide prendra une valeur déterminée.

M. Chaudier, dont les études sur le dichroïsme électrique viennent d'être récemment publiées, a montré que la loi des indices s'appliquait aussi à ce phénomène; mais, en considérant un solide associé à différents liquides, le seul changement de signe observé correspondait au cas où le binome $n_l - n_s$ changeait lui-même de signe; toutefois, cela ne signifie nullement que le phénomène soit soumis à la seule loi de l'indice, car des liqueurs pour lesquelles la différence des indices gardait le même signe présentaient soit le dichroïsme positif, soit le dichroïsme négatif, suivant le groupement réalisé; ce résultat montre seulement que le sens du phénomène ne peut être

prévu par le seul signe de $n_l - n_s$; et d'ailleurs, s'il est encore donné par le signe d'une expression telle que $(n_l - n_s)(N'_l - N'_s)$, le second facteur, tout en ayant pour chaque groupement un signe particulier (tantôt positif, tantôt négatif), n'a pas changé de signe dans l'étendue des expériences de M. Chaudier lorsqu'on associe un solide à différents liquides.

Il en résulte évidemment qu'on pourra réaliser pour le dichroïsme électrique un classement analogue à celui que j'ai obtenu pour le dichroïsme magnétique. Il suffira en effet d'appliquer les règles que j'ai données précédemment (*Revue générale des Sciences*, 15 juin 1907): de diviser le signe du dichroïsme par le signe du binome $n_l - n_s$ de façon à obtenir le signe du second facteur $N'_l - N'_s$, puis de partager, suivant que leur numéro d'ordre sera inférieur ou supérieur à celui des liquides, les solides en deux groupes entre lesquels on intercalera l'ensemble des liquides.

M. Chaudier a été amené en effet à introduire un facteur supplémentaire correspondant à $N'_l - N'_s$ et il a même recherché la signification de ces coefficients qu'il désigne par n_v et n_h, en remarquant qu'ils sont relatifs à une propriété que la liqueur présente à deux degrés différents suivant le champ et suivant la normale au champ, à cause de la structure particulière que lui a donnée ce champ; il a même tenté de préciser cette différence de valeur en la représentant comme la différence des indices efficaces du cristal suivant le champ et suivant la perpendiculaire.

Il suffit d'ailleurs de dire que ce sont là deux coefficients dont la différence est liée à l'anisotropie de la liqueur et qui dépend, comme l'indique l'expérience, de l'anisotropie des cristaux, de façon à s'annuler avec elle.

Cette interprétation (signification de $n_v - n_h$) n'exclut nullement celle que j'ai donnée antérieurement (signification de $N_l - N_s$, où N est une fonction des constantes magnétiques du constituant, liquide ou solide anisotrope); elle lui est même intimement liée *si l'annulation du terme* $N_l - N_s$ *entraîne une variation de position du cristal,* de façon à permuter ses deux directions principales qui s'orientent suivant les lignes de symétrie du champ; car cette transformation change le signe du binome $n_v - n_h$ par permutation des deux termes qui le composent. Or un tel changement d'orientation s'explique aisément.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'étincelle de self-induction*. Note de M. **André Léauté**, présentée par M. Becquerel.

Pour étudier le courant de décharge d'un condensateur à travers une self-induction, M. Hemsalech a examiné, en la photographiant sur une pellicule

mobile ou en la soufflant au moyen d'un courant d'air, l'étincelle produite par une coupure intercalée dans le circuit; il a ainsi vu apparaître dans chaque oscillation d'une même étincelle un certain nombre de stries également éloignées l'une de l'autre ([1]). MM. Battelli et Magri ont récemment contesté que ces stries fussent équidistantes, et ils les ont attribuées à des expulsions irrégulières de vapeur métallique provenant des électrodes ([2]). Je me suis proposé de rechercher quelle est la véritable cause de ces stries.

La bobine de self-induction intercalée dans le circuit de décharge paraît jouer seule un rôle dans la production du phénomène. C'est ainsi que M. Hemsalech ([3]) a vu paraître les stries en se servant d'une bobine longue à deux couches de fil, tandis qu'on n'en aperçoit pas si l'on emploie une bobine très plate, portant vingt-cinq couches superposées. Or il m'a suffi, pour produire les stries avec cette bobine plate, qui par elle-même ne les donne pas, de placer entre ses extrémités un condensateur en dérivation.

La self-induction insérée dans le circuit de décharge d'un condensateur C est constituée par une bobine plate MN, portant vingt-cinq couches de fil et vingt-cinq spires par couche. On établit entre les extrémités M et N de la self une dérivation comprenant une résistance r et une capacité c, égale au tiers environ de celle de C.

On observe l'étincelle au moyen de l'élégante méthode du courant d'air, perfectionnée par M. Hemsalech, et l'on constate que les stries apparaissent et disparaissent, selon que l'on établit ou supprime la dérivation MrcN. Le phénomène subsiste si la dérivation MrcN aboutit, non à l'extrémité de la self, mais à son milieu par exemple.

Si l'on substitue à la bobine plate MN une bobine longue M'N' à deux couches (celle que j'ai employée avait 254 tours par couche), dont la self-induction est comparable à celle de MN, les stries signalées par M. Hemsalech sont visibles avant que la dérivation soit établie, et elles se divisent elles-mêmes en stries secondaires quand on ferme le circuit M'rcN'.

Cette expérience m'a fait penser que l'existence des stries dans les oscillations était due à la capacité que présentent deux couches consécutives d'une bobine de self-induction.

Dans cet ordre d'idées, j'ai réalisé l'expérience suivante. Une plaque P, rectangulaire, en verre, est recouverte de papier d'étain sur chacune de ses faces, 1 et 2; ces deux feuilles de papier d'étain sont isolées l'une de l'autre. Aux quatre coins A, B, C, D sont montées quatre bornes, dont deux, A et C, sont reliées au papier d'étain de la face 1 et les deux autres, B et D, à celui de la face 2. Le courant de décharge du con-

([1]) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 741.

([2]) Battelli e Magri, *Atti R. Acc. dei Lincei*, t. XVI, 1907, p. 12.

([3]) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1093.

densateur parcourt la face 1 suivant la diagonale AC; puis il traverse la bobine plate MN déjà décrite, qui par elle-même ne donne pas de stries, et revient au condensateur en parcourant la face 2 suivant la diagonale BD. Dans ces conditions, si l'on observe l'étincelle à la coupure, on voit des stries très nettes dans chaque oscillation.

Or, dans une bobine, deux couches consécutives de fil, séparées par leur isolant, jouent le même rôle que les deux feuilles de papier d'étain séparées par la plaque en verre. Toutefois, pour que cette assimilation soit légitime, il faut qu'il existe entre les deux couches une grande différence de potentiel. Ceci sera réalisé, à l'une des extrémités de la bobine, d'autant mieux que cette dernière sera plus longue et portera moins de couches; c'est pourquoi une bobine plate ayant un grand nombre de couches ne donne pas de stries. Pour qu'une bobine donne naissance à des stries visibles, il suffit donc :

1° Qu'elle ait une self assez grande;

2° Qu'à une de ses extrémités il existe entre deux couches de fil consécutives une grande différence de potentiel.

Pour justifier cette manière de voir, j'ai fait l'expérience que voici :

Le circuit de décharge du condensateur comprend, en outre de la bobine plate MN déjà décrite, deux couches P et Q d'une bobine *mn* de douze couches à 150 tours par couche; P et Q présentent une self totale sensiblement nulle. Si, dans le circuit, MN est comprise entre P et Q, les stries se montrent avec une grande netteté lorsque P et Q sont deux couches contiguës dans *mn*, et elles deviennent d'autant plus faibles que P et Q comprennent entre elles un plus grand nombre de spires inactives. Au contraire, si dans le circuit P et Q sont toutes deux du même côté de la bobine MN, il n'y a pas de stries.

Il résulte de ce qui précède que la cause essentielle des stries observées pour la première fois par M. Hemsalech est l'existence de deux circuits en parallèle, que peut parcourir le courant de décharge du condensateur, et dont l'un comprend toute la bobine de self-induction, tandis que l'autre se ferme près de l'une des extrémités de cette bobine par un effet de capacité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratations catalytiques des composés organiques.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

Beaucoup de catalyseurs sont capables d'effectuer ces déshydratations; je citerai notamment la silice précipitée du silicate de sodium, les phosphates bi et tricalcique, le phosphate et le pyrophosphate de magnésie, le phos

phate d'alumine, le silicate d'alumine, le sulfate d'alumine. C'est l'alumine précipitée et rendue anhydre par une dessiccation au-dessous du rouge qui a donné les meilleurs résultats. Ainsi que je l'ai publié (1), l'alumine fortement calcinée est un mauvais catalyseur, et cela paraît tenir à l'impossibilité, pour une alumine chauffée de la sorte, de former des hydrates temporaires (2) tandis qu'au contraire l'alumine précipitée et desséchée à une chaleur modérée donne lieu facilement à la formation de ces hydrates. C'est avec cette dernière alumine qu'ont été obtenus les résultats suivants.

Oxyde d'éthyle. — Par la chaleur seule, j'ai constaté que les vapeurs d'oxyde d'éthyle ne donnent pas, à 450°, la moindre trace de décomposition. En les faisant passer sur de l'alumine étalée dans un tube, on observe un peu au-dessous de 200°, un faible dégagement gazeux qui devient abondant au voisinage de 300°. C'est un excellent mode de préparation de l'éthylène, répondant à l'équation

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \rangle O = H^2O + 2C^2H^4.$$

Acide acétique. — Je l'ai chauffé seul à l'état de vapeur, dans un tube, jusqu'à 460° sans le décomposer. Avec l'alumine, il se produit, dès 350°, du gaz qui renferme 90 pour 100 de CO^2, et en même temps on recueille de l'acétone à peu près pure. On a donc, par déshydratation externe entre 2^{mol} :

$$\begin{matrix} CH^3 - CO - O\boxed{H} \\ CH^3 - CO - \boxed{OH} \end{matrix} = H^2O + CO^2 + CH^3 - CO - CH^3.$$

Il se produit en même temps une petite quantité de CO, de C^2H^4 et de phorone, provenant de l'acétone qui, en présence de l'alumine commence à se détruire à partir de 350°.

Acide propionique. — On a une réaction analogue à celle de l'acide acétique : dégagement de CO^2 et formation de diéthylcétone, avec une petite quantité de produits de destruction.

Acétate d'éthyle. — La chaleur est sans action sur cet éther à 430°, tandis que l'alumine le décompose rapidement dès 350° d'après l'équation

$$2CH^3CO.OC^2H^5 = H^2O + 2C^2H^4 + CO^2 + CH^3 - CO - CH^3.$$

Oxalate d'éthyle. — Cet éther commence à être décomposé par la chaleur seule à 400°, mais à 380° il ne manifeste pas de trace de décomposition. Avec l'alumine on a, à 360°, un dégagement gazeux très abondant, et tout l'éther se transforme d'après

(1) *Comptes rendus,* 20 janvier 1908, p. 125, et *Bull. Soc. chim.,* 20 février 1908, p. 197.

(2) *Bull. Soc. chim.,* 20 mai 1908, p. 564.

l'équation

$$\begin{matrix} CO.OC^2H^5 \\ | \\ CO.OC^2H^5 \end{matrix} = H^2O + CO^2 + CO + 2C^2H^4.$$

L'alumine précipitée n'est pas seulement un catalyseur déshydratant, mais elle est encore capable d'enlever 1^{mol} d'hydracide. C'est ainsi qu'à partir de 250° le *chlorure d'isobutyle* donne du HCl et de l'isobutylène; le *chlorure de propyle*, du propylène; le *chlorure d'éthylène* à 350° perd une seule molécule de HCl et fournit l'éthylène chloré $CH^2 = CHCl$.

Lorsque l'action catalytique de l'alumine s'exerce à une température inférieure à celle de l'ébullition du corps soumis à cette action, on peut simplement mêler l'alumine avec ce corps solide ou liquide dans un ballon et chauffer le mélange. C'est ainsi qu'un mélange de *glycérine* et d'alumine a donné, par une très faible chauffe, une production régulière d'acroléine avec un résidu de polyglycérines. Dans les mêmes conditions, l'*acide oxalique* a été totalement transformé en eau, oxyde de carbone et gaz carbonique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du nitrate d'argent sur l'acide chloroaurique et préparation de l'or fulminant.* Note de M. **Jules Jacobsen**, présentée par M. D. Gernez.

Les travaux relatifs à la question de l'or fulminant n'ont jusqu'ici conduit qu'à des produits dont l'analyse laisse beaucoup à désirer; par une méthode nouvelle, je suis, au contraire, arrivé à préparer quantitativement deux composés mieux définis, fournissant à l'analyse des résultats assez nets, et différant d'ailleurs de ceux qui ont été décrits précédemment. Ils me paraissent appartenir à la classe des amines métalliques et répondre respectivement aux formules développées suivantes :

$$Au(OH)^2NH^2 \quad \text{et} \quad Au(OH)^2-NH-Au(OH)^2.$$

Action du nitrate d'argent sur l'acide chloroaurique. — En versant, dans une solution d'acide chloroaurique, du nitrate d'argent, on obtient un précipité brun clair se déposant facilement et renfermant tout l'or et tout le chlore introduits, unis d'ailleurs à de l'argent; la réaction peut se formuler

$$AuCl^3HCl + 4AgNO^3 + 3H^2O = Au(OH)^3, 4AgCl + 4NO^3H.$$

En effet, là où, d'après cette formule, j'aurais dû recueillir $0^g,5873$ du précipité, j'en ai obtenu $0^g,5872$; les dosages ont donné : Au, 23,95; Ag, 52,50; Cl, 17,19 et (OH)

par différence, 6,36; la théorie exigerait, pour la formule indiquée : Au, 24,0; Ag, 52,54; Cl, 17,24 et (OH), 6,08; enfin, le titrage de l'acide nitrique mis en liberté a nécessité $7^{cm^3},3$ d'une solution de potasse alors que, théoriquement, il en eût fallu $7^{cm^3},106$.

L'acide chloroaurique fut préparé en traitant de l'or pur, en suspension dans de l'acide chlorhydrique, par du chlore. En évaporant, on obtient l'acide chloroaurique cristallisant avec 3^{mol} d'eau.

Action de l'ammoniaque sur le précipité chloroauroargentique $Au(OH)^3, 4AgCl$. — Si l'on traite le précipité dont il vient d'être question par l'ammoniaque, on dissout le chlorure d'argent et il reste un précipité floconneux jaune qui est l'or fulminant.

En acidulant la solution ammoniacale, on reprécipite le chlorure d'argent totalement (trouvé $0^g,4066$ dans un essai qui eût dû fournir $0^g,4070$).

L'or fulminant produit possède un pouvoir explosif considérable. Lavé à l'eau ammoniacale, puis à l'eau, l'alcool et l'éther; desséché à basse température, il explose violemment quand on le touche avec la pointe d'un canif. Il est plus stable quand il est plus humide; en plaçant alors un grain d'or fulminant dans le fond d'un creuset, on peut le chauffer doucement; la masse devient brune, puis noire et finalement explose. Le sens de l'explosion se fait de haut en bas : on place, dans un vase de Bohême, un grain d'or fulminant; on le touche au moyen d'un fil de platine chauffé, l'explosion se produit, le fond du vase est pulvérisé tandis que la partie supérieure reste intacte.

L'or fulminant ainsi obtenu est une auriamine qui renferme 1^{at} d'or et 1^{at} d'azote; la réaction est sans doute la suivante :

$$Au(OH)^3 + NH^3 = Au(OH)^2NH^2 \quad \text{ou} \quad [AuN, 2H^2O] + H^2O.$$

En analysant cet or fulminant, on y a trouvé : Au, 77,69 et N, 5,696; la formule voudrait : 79,77 et 5,689.

Action de la potasse sur l'auriamine. — Si l'on veut doser l'azote dans l'auriamine en faisant bouillir cette dernière avec la potasse, on constate que la moitié seulement de l'azote s'échappe sous forme de NH^3 et il reste, dans le ballon, un produit floconneux brun noir qui est un autre composé fulminant possédant un pouvoir explosif bien plus grand encore.

L'analyse a indiqué, dans ce composé, 80,58 d'or et 3,74 d'azote. Ce pourrait être une biauriamine et la réaction serait la suivante :

$$2Au(OH)^2NH^2 - NH^3 = \begin{matrix} // (OH)^2 \\ Au \\ \quad \rangle NH \\ Au \\ \backslash\backslash (OH)^2 \end{matrix};$$

ce composé renferme 82,6 Au et 2,93 N.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation de l'ammoniaque et des amines au moyen de l'alcool absolu bouillant.* Note de M. **Jean Bertheaume**, présentée par M. Guignard.

La méthode consistant à traiter les chlorhydrates d'amines par l'alcool absolu bouillant a été critiquée à maintes reprises, en particulier par M. Jarry ([1]) et par MM. Brochet et Cambier ([2]); mais, faute de procédé analytique, aucune détermination précise n'a été faite, permettant d'évaluer numériquement la valeur de cette méthode.

J'ai essayé de trancher la question en déterminant la solubilité, dans l'alcool absolu, du chlorhydrate de monométhylamine, du chlorhydrate d'ammoniaque et de leur mélange.

Le chlorhydrate de monométhylamine employé avait été préparé par l'acétamide bromé et purifié d'ammoniaque par l'oxyde jaune de mercure ([3]).

Pour la détermination des solubilités dans l'alcool absolu bouillant, j'ai utilisé, pour opérer les prises d'essai toujours délicates, une disposition spéciale ([4]).

La détermination de la quantité de sels dissous a été faite par évaporation des solutions et dessiccation à 110° pour le chlorhydrate d'ammoniaque et le chlorhydrate de monométhylamine isolés. Elle a été vérifiée par le dosage des bases. Pour la détermination du mélange des deux sels, je me suis servi du procédé d'analyse donné par M. François ([5]), après en avoir vérifié l'absolue exactitude sur des sels purs.

Solubilité du chlorhydrate de monométhylamine. — 250g de chlorhydrate de monométhylamine pur, desséché à 110°, puis dans le vide sur l'acide sulfurique, sont projetés rapidement dans le ballon contenant 500g d'alcool absolu. L'ébullition est maintenue pendant 45 minutes, au bout desquelles on fait les prises d'essai.

La température du liquide bouillant était de 82° (thermomètre en entier sous le bouchon).

100g d'alcool absolu ont dissous à 82°...... 23g,01 de CH^5AzHCl

([1]) Jarry, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 7e série, t. XVII, 1899, p. 376.

([2]) Brochet et Cambier, *Bull. Soc. ch.*, 3e série, t. XIII, p. 533.

([3]) François, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 568.

([4]) Le dispositif employé sera décrit en détail dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie.*

([5]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 858.

Solubilité du chlorhydrate d'ammoniaque. — 50g de chlorhydrate d'ammoniaque pur, desséché à 110°, puis dans le vide sur l'acide sulfurique, sont mis en contact avec 500g d'alcool absolu dans le ballon. Après 45 minutes d'ébullition, on procède à des prises d'essai.

La température du liquide bouillant était de 78°,5.

100g d'alcool absolu ont dissous à 78°,5........ 1g,538 AzH^4Cl

Dans une autre opération, j'ai déterminé la solubilité du même chlorhydrate d'ammoniaque à 0°. De l'alcool absolu, saturé de chlorhydrate d'ammoniaque à la température ordinaire, a été maintenu dans la glace fondante pendant 24 heures. Après quoi on a fait les prises d'essai par les méthodes ordinaires.

100g d'alcool absolu ont dissous à 0°........... 0g,778 AzH^4Cl

Solubilité du mélange de chlorhydrate de monométhylamine et de chlorhydrate d'ammoniaque. — 200g de chlorhydrate de monométhylamine pur et sec et 50g de chlorhydrate d'ammoniaque sec sont mis en contact avec 500g d'alcool absolu. L'ébullition est maintenue comme précédemment pendant 45 minutes, après quoi on fait des prises d'essai à l'ébullition.

La température du liquide bouillant était de 82°.

100g d'alcool absolu ont dissous à 82° { 25g,0 de chlorhydrate de monométhylamine, 2g,266 de chlorhydrate d'ammoniaque.

La solubilité de chacun des sels est donc augmentée quand ils se dissolvent simultanément dans l'alcool absolu.

La solubilité du même mélange des deux chlorhydrates a été déterminée à 0° :

100g d'alcool absolu ont dissous à 0° { 6g,0 de chlorhydrate de monométhylamine, 0g,650 de chlorhydrate d'ammoniaque.

On peut conclure de ces déterminations que, lorsqu'on traite par l'alcool absolu bouillant un mélange de chlorhydrate de monométhylamine et de chlorhydrate d'ammoniaque, on dissout à la fois les deux sels dans la proportion de 11 à 1.

Pendant le refroidissement de 82° à 0°, il se dépose : 25g − 6g = 19g de chlorhydrate de monométhylamine et 2g,266 − 0g,65 = 1g,616 de chlorhydrate d'ammoniaque.

Le sel qui cristallise doit donc contenir AzH^4Cl dans la proportion de

$$\frac{1,616}{19,000} = 8,50 \text{ pour } 100.$$

Résultats pratiques. — En dosant, par le procédé de M. François [1],

[1] M. François, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 858.

l'ammoniaque et la monométhylamine, je suis arrivé aux résultats suivants :

1° Une solution aqueuse saturée de chlorhydrate de monométhylamine pur préparé par l'acétamide bromé étant saturée de chlorhydrate d'ammoniaque pur à la température ordinaire (15°), si l'on filtre et évapore la solution, le sel obtenu contient 9,2 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

2° Un chlorhydrate de monométhylamine brut, préparé suivant la méthode de MM. Brochet et Cambier, étant traité par l'alcool absolu bouillant, les cristaux qui se sont déposés de premier jet contiennent 10,8 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

3° L'alcool absolu bouillant, saturé de chlorhydrate de monométhylamine pur, préparé par l'acétamide bromé, et de chlorhydrate d'ammoniaque, étant filtré rapidement dans un entonnoir à filtrations chaudes, les cristaux déposés contiennent 8,5 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

Ces résultats sont en contradiction avec l'opinion généralement reçue qui veut que le chlorhydrate d'ammoniaque soit insoluble dans des solutions aqueuses et alcooliques saturées de chlorhydrate de méthylamine.

Conclusions. — Un chlorhydrate de monométhylamine, purifié d'ammoniaque par le traitement à l'alcool absolu bouillant, retient au minimum 8,5 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque. Il ne peut donc servir ni pour une détermination de formule, ni pour une détermination de constantes physiques, ni pour la préparation de sels non purifiables par cristallisation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des peroxydiastases artificielles.* Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. E. Roux.

J'ai montré dans une Note précédente (¹) que certaines combinaisons cyanogénées du fer, et plus particulièrement le ferrocyanure de fer colloïdal, peuvent être assimilées à de véritables peroxydiastases. Il m'a paru intéressant de pousser plus avant l'étude du plus typique de ces enzymes artificiels. J'ai choisi dans ce but comme substance oxydable le pyrogallol, et j'ai déterminé par pesée la purpurogalline formée sous l'influence combinée du colloïde et de l'eau oxygénée, agissant comme système peroxydase-hydroperoxyde. J'ai étudié en premier lieu l'action de doses croissantes du

(¹) *Comptes rendus* du 6 avril 1908.

colloïde en présence de quantités invariables de pyrogallol et d'eau oxygénée, le volume total du liquide atteignant parfois 40^{cm^3} [1].

Pyrogallol en grammes	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Ferrocyanure de fer en gouttes (1 g. = $0^{mg},0023$ Fe).	4	8	12	16	20
Eau oxygénée en gouttes (1 g. = 7^{mg} O)	8	8	8	8	8
Purpurogalline formée en milligrammes	28	58	68	82,5	97,5

Il résulte de ces expériences, et de beaucoup d'autres que je ne puis rapporter ici, que dans les limites comprises entre 1 et 10 gouttes [2] le rendement final en purpurogalline est proportionnel à la quantité de colloïde employé, ce qui est conforme à la loi d'action des peroxydases naturelles énoncée par Chodat et Bach. A partir de 8 ou 10 gouttes, la proportion de purpurogalline augmente toujours, mais ne croît plus suivant un rapport simple. Là aussi, le colloïde se comporte comme la peroxydiastase naturelle. Au delà de 20 gouttes, les accroissements deviennent de plus en plus faibles et tendent rapidement vers 0.

J'ai recherché ensuite quelle est, toutes choses égales d'ailleurs, l'influence de doses croissantes d'eau oxygénée sur le rendement en purpurogalline. J'opère, comme dans l'expérience précédente et comme dans toutes celles qui vont suivre, sur $1^g,2$ de pyrogallol et sur un volume total de 40^{cm^3} de liquide.

Ferrocyanure de fer en gouttes (1 g. = $0^{mg},0023$ Fe)	10	10	10	10	10	10	0
Eau oxygénée en gouttes (1 g. = 7^{mg} O)	3	6	9	12	15	18	18
Purpurogalline produite en milligrammes	30	46,5	64	72,5	»	85	Néant.

On constate jusqu'à 63^{mg} d'oxygène un accroissement régulier du poids de purpurogalline. A partir de ce point, l'augmentation est de plus en plus faible.

Notons en passant que, par rapport au fer contenu dans 10^g *de colloïde, le rendement de* 85^{mg} *représente* 3680 *fois le poids de ce fer.*

L'influence de très faibles doses de sulfate de fer et de sulfate de cuivre

---

(1) Tous les dosages ont été effectués au bout de 24 heures de contact.

(2) Dans une expérience dans laquelle j'ai employé 2, 4, 6, 8 et 10 gouttes de colloïde, j'ai obtenu respectivement 12^{mg}, 25^{mg}, 38^{mg}, 46^{mg} et 64^{mg} de purpurogalline, ce qui représente une proportionnalité très satisfaisante, étant donné les difficultés inhérentes au dosage de la purpurogalline formée.

est plus particulièrement intéressante à noter, surtout si on la compare à l'action de doses équimoléculaires de sulfate manganeux.

Ferrocyanure de fer colloïdal 20 gouttes = $0^{mg},046$ Fe.	Eau oxygénée. 1 g. = 7^{mg} oxygène.	Sels ajoutés.	Purpurogalline.
		mg	mg
20 gouttes	5 gouttes	0	88
20 »	5 »	0,85 SO^4Fe	24
20 »	5 »	0,89 SO^4Cu	24
20 »	5 »	0,84 SO^4Mn	81

Nous voyons que des traces de sulfate de fer et de cuivre gênent considérablement la réaction et réduisent le rendement au quart, alors que le sulfate de manganèse n'a pas d'influence sensible sur la marche du phénomène. D'après des expériences récentes de M. de Stœcklin ([1]), les mêmes effets nuisibles du sulfate de fer se remarquent pour la peroxydiastase naturelle.

Si nous examinons maintenant l'action des acides minéraux, nous voyons que de très faibles doses de ceux-ci retardent considérablement la réaction et diminuent le rendement.

Pyrogallol.	Ferrocyanure de fer colloïdal.	SO^4H^2.	Proportion de SO^4H^2 en millioniêmes.	H^2O^2.	Purpurogalline.
g		mg			mg
1	20 gouttes	0	0	5 gouttes	83
1	20 »	2,5	62,5	5 »	58,5
1	20 »	5	125	5 »	33,5

Le précipité de purpurogalline qui apparaît au bout de 15 minutes en milieu neutre ne se produit qu'après 1 heure en présence de traces de SO^4H^2 et, dans ce cas, il n'augmente qu'avec une très grande lenteur.

Examinons enfin quelle est l'influence exercée par quelques sels sur la marche de l'oxydation.

Ferrocyanure de fer en gouttes (1 g. = $0^{mg},0023$ Fe)	20	20	20	20	20
Eau oxygénée en gouttes (1 g. = 7^{mg} O)	10	10	10	10	10
Sels ajoutés (20^{mg})	0	SO^4Mg	NaCl	PO^4H^2K	PO^4HNa^2
Purpurogalline formée en milligrammes	108,5	104,5	97	61	113

Il ressort de ce Tableau que, seul parmi les sels employés, le phosphate

([1]) E. DE STOECKLIN, *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève, 22 juin 1907.

acide de potassium exerce une action nettement nuisible. Les choses se passent de même pour la peroxydiastase naturelle étudiée par M. de Stœcklin (¹).

En résumé, si l'on compare nos résultats avec ceux obtenus à l'aide des peroxydiastases naturelles, on voit que notre enzyme artificiel, dont la substance active est le fer, se comporte, dans ses fonctions essentielles, comme un enzyme naturel. Cette constatation n'est pas sans intérêt si l'on songe à la présence si générale, dans les organismes vivants, des peroxydiastases et du fer.

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau mica du groupe paragonite.* Note de M. **Ph. Barbier.**

Pendant un court séjour que je fis à Mesvres (vallée du Mesvrin, Autunois), j'ai recueilli quelques minéraux parmi lesquels un beau mica argentin à reflets nacrés qu'à première inspection je crus être une de ces muscovites si abondantes dans les pegmatites, bien que je ne l'aie pas trouvé dans cette roche.

Comme la spécification des divers genres de micas est assez délicate, j'analysai celui-ci après l'avoir séparé soigneusement de sa gangue terreuse et purifié par les procédés habituels.

L'attaque de ces sortes de silicates exige, pour être complète, qu'ils soient très finement pulvérisés; or les micas ne peuvent être amenés à l'état de division nécessaire qu'après calcination au rouge vif. J'ai profité de cette circonstance pour doser les matières volatiles et j'ai trouvé que la perte moyenne à la calcination était de 4,60 pour 100. J'ai constaté en outre, par un essai spécial, l'absence du fluor.

L'analyse exécutée sur la matière calcinée m'a donné les nombres ci-dessous :

Silice	49,18
Alumine	36,56
Oxyde ferrique	2,19
Potasse	3,12
Soude	7,63
Lithine	1,26
	99,94

(¹) *Loc. cit.*, p. 27.

Par les chiffres qui précèdent on voit :

1° Que ce mica, qui est fortement sodique, ne peut être rangé dans le groupe *muscovite;* il se rapproche plutôt par sa composition des micas du groupe *paragonite,* mais il n'en a pas les caractères extérieurs: tandis que les paragonites sont en fines écailles argentées, celui-ci ressemble à s'y méprendre à une muscovite, et cela à tel point que les personnes, cependant compétentes, qui l'ont vu, l'ont pris pour cette espèce;

2° Qu'il se distingue de cette dernière par sa teneur en lithine qui est comparable à celle de certaines lépidolithes; j'ai constaté en effet, par l'examen chimique de divers échantillons de ce silicate, que la dose de lithine variait de 1,20 à 2,10.

Cette association du sodium et du lithium est remarquable, elle constitue un cas singulier; car j'ai observé que, sauf quelques rares exceptions, dans les feldspaths et les micas, le lithium accompagne de préférence le potassium et le rubidium et disparaît lorsque ces minéraux s'enrichissent en sodium.

Le mica qui fait l'objet de ce travail se présente comme une sorte de paragonite lithinique, jusqu'ici inconnue.

Je dédie cette variété nouvelle au savant professeur de Chimie organique de la Faculté des Sciences de Paris, M. Haller, et je propose de la nommer *Hallérite.*

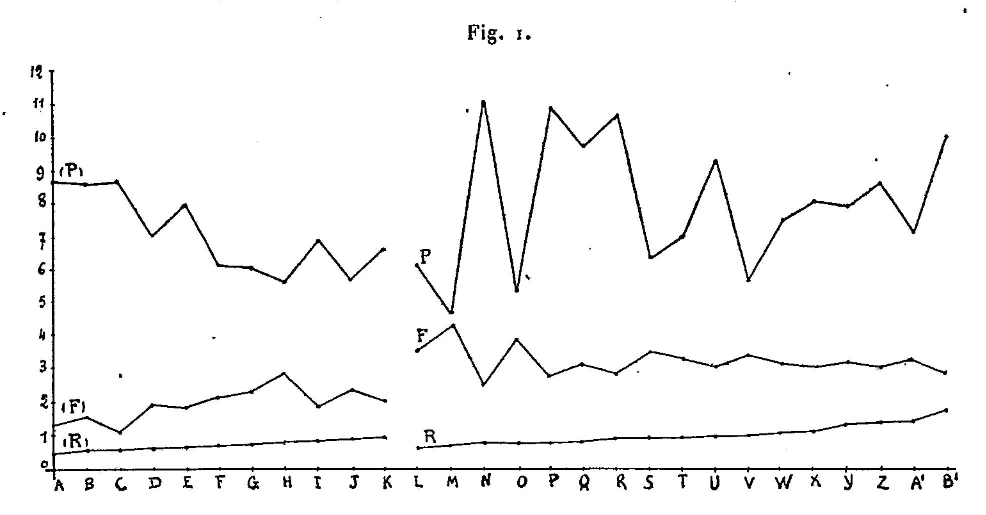
MORPHOLOGIE DYNAMIQUE. — *Sur une certaine fonction de suppléance hépatique exercée par la plume chez les oiseaux.* Note de M. **Jean de La Riboisière**, présentée par M. Dastre.

D'après les conseils de M. Houssay, j'ai effectué méthodiquement des recherches organométriques sur un certain nombre d'oiseaux. Je possède actuellement d'abondantes données numériques que je compte utiliser pour un travail plus étendu. Je veux aujourd'hui me borner à en signaler quelques-unes desquelles ressort avec évidence un rapport organique très net entre la quantité de plumes et la quantité de foie. Ces quantités, ainsi que celles de rein dont je parlerai aussi, sont évaluées en poids rapportés à 100^g de poids total.

Je serai à la fois plus bref et plus clair en donnant à mon exposé la forme graphique. Les divers oiseaux sont figurés par des points équidistants sur l'axe des abscisses. Sur l'ordonnée correspondant à chacun je place trois

points figurant respectivement ses quantités de rein (R), de foie (F), de plumes (P). Je relie par un trait tous les points relatifs à un même organe, afin qu'on ne les perde pas de vue sur mon croquis, et non pour faire une courbe au sens géométrique du mot.

Fig. 1.



Les oiseaux représentés sur les deux graphiques ci-joints sont : A, Coturnix coturnix (L.); B, Columba livia (L.); C, Callipepla californica (Shaw); D, Rhynchotus rufescens (Temm.); E, Calopsittacus novæ hollandiæ (Gm.); F, Conurus auricapillus (Licht.); G, Perdix perdix (L.); H, Geopelia striata (L.); I, Trichoglossus novæ hollandiæ (Gm.); J, Agapornis pullaria (L.); K, Turtur turtur (L.); L, Vidua paradisea (L.); M, Euplectes franciscanus (Isert.); N, Carduelis carduelis (L.); O, Sitagra luteola (Licht.); P, Pyrrhula pyrrhula europæa (Vieill.); Q, Acanthis cannabina (L.); R, Passer montanus (L.); S, Foudia madagascariensis (L.); T, Coccothraustes coccothraustes (L.); U, Fringilla montifringilla (L.); V, Amadina fasciata (Gm.); W, Fringilla coelebs (L.); X, Paroaria cucullata (Lath.); Y, Chrysomitris spinus (L.); Z, Passer luteus (Licht.); A', Pyrrhula pyrrhula europæa (Vieill.); B', Ligurinus chloris (L.). Les onze premiers oiseaux sont des granivores purs; les suivants, des granivores qui ajoutent à leur régime des insectes. Dans la figure 1, ils sont mis en série d'après leur rein croissant; on voit immédiatement, et sur toutes les ordonnées, qu'à chaque baisse du foie correspond une montée de la plume ou inversement. Les deux groupes d'oiseaux, distingués par une variété de régime, se distinguent aussi sur le graphique.

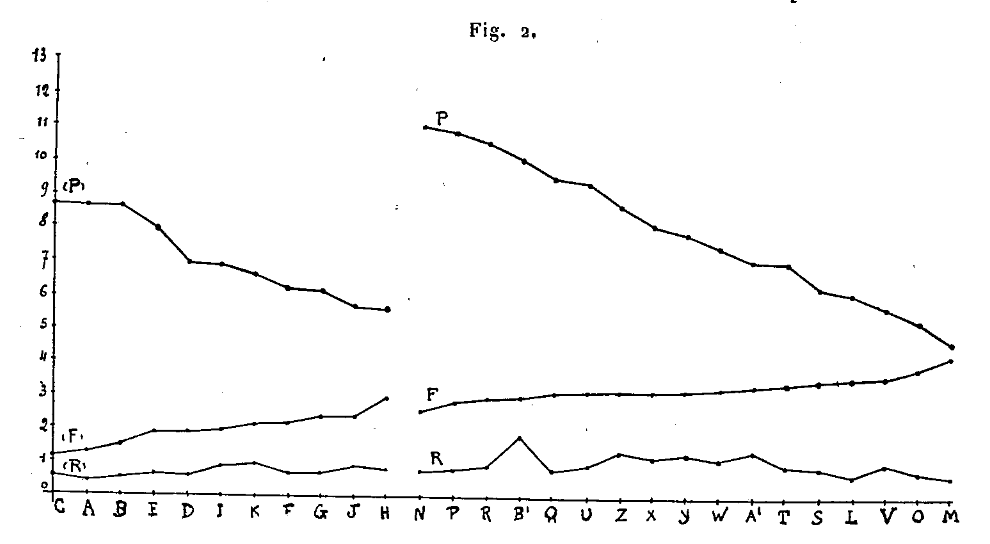
Cette suppléance du foie par la plume constituée par des substances d'excrétion, chitine et pigment, déjà pressentie par M. Houssay (¹), a certai-

(¹) Houssay, *Variations expérimentales* (*Arch. de Zool. exp. et génér.*, 4ᵉ série, t. VI, 1907, p. 287).

nement une très grande importance physiologique sur laquelle je ne veux pas m'étendre ici, désirant me borner à signaler quelques faits.

Si l'on range les mêmes oiseaux de façon que les quantités de foie aillent en croissant (*fig.* 2), on obtient une représentation encore plus saisissante

Fig. 2.



du même phénomène, les oiseaux se partageant toujours dans les deux mêmes sections.

J'ai poursuivi le travail sur une série d'oiseaux insectivores et sur une série comprenant des carnivores, des échassiers, des palmipèdes, tous au surplus diversement mangeurs de chair, et j'ai obtenu identiquement les mêmes résultats et les mêmes graphiques. Ma conclusion repose donc sur l'étude de 110 oiseaux les plus divers, appartenant à 103 espèces. Je n'ai à signaler que deux exceptions, peu troublantes d'ailleurs, relatives au Nandou (*Rhea americana* Vieill.) et au Pingouin du Cap (*Spheniscus demersus* L.).

La plume, le foie, le rein sont, dans chaque espèce, susceptibles de variations étendues, mais, autant que j'ai pu m'en assurer déjà, de variations toujours reliées par la même loi. Dans chaque espèce, les individus qui ont plus de foie ont moins de plume et réciproquement. Dès lors, mes séries ont une valeur physiologique certaine en tant qu'elles classent des individus. Ont-elles aussi une valeur zoologique, une valeur de classement spécifique? Pour l'affirmer, il faudrait que je pusse répondre que les individus étudiés par moi sont représentatifs de leur espèce, c'est-à-dire exactement normaux ou moyens. Je me suis efforcé qu'il en soit ainsi, mais je ne puis prétendre

avoir réussi qu'avec une certaine probabilité. Je m'occupe en ce moment de dresser, pour plusieurs espèces, les courbes de fréquence relatives aux trois organes considérés, afin d'avoir les nombres spécifiques normaux et de pouvoir faire avec eux un classement sûrement zoologique en même temps que physiologique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Du rôle des levures et des cépages dans la formation du bouquet des vins.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Roux.

Les expériences faites de 1897 à 1899 (1) aux vendanges, avec des moûts stérilisés de raisins rouges ou blancs, fermentés avec des levures choisies, ont fait entrevoir des résultats que les opérations méthodiques exécutées de 1900 à 1905 viennent confirmer.

Les expériences nouvelles sont de trois sortes :

1° Essais d'orientation faits sur divers cépages, au laboratoire, sur des quantités de 4^l à 10^l, à l'aide de conserves de moût;

2° Opérations d'essai en grand, pendant les vendanges, au vignoble même, dans le Bordelais, en Alsace et sur la Moselle, en 1902, 1903 et 1904;

3° Opérations industrielles en grand, chez le propriétaire et le négociant, en Bourgogne (1900), en Alsace et sur la Moselle (1903-1905).

La méthode employée consistait à faire fermenter diverses portions d'un même moût, en ensemençant chacune avec une levure différente, ou de faire fermenter les moûts de cépages différents avec une seule levure; puis de faire soigner ces vins, après fermentation, par leur propriétaire, comparativement à un témoin et de faire constater les résultats par des commissions de dégustateurs, réunis par les soins du propriétaire. Pour donner à la dégustation le caractère d'une opération décisive, permettant des conclusions scientifiques, on a invariablement suivi la méthode recommandée par Pasteur, qui exclut l'influence de la suggestion.

La méthode se trouve ainsi adaptée au but du travail, qui est d'obtenir un résultat dont nos sens seuls sont juges, car il échappe à l'analyse chimique. Le jugement est porté par ceux-là même qui ont le plus de compétence pour estimer les qualités d'un produit destiné à la consommation (2). Grâce à une circonstance favorable qu'offre le vignoble allemand, il a été possible d'étudier méthodiquement plusieurs questions

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1050, et t. CXXXIV, p. 1378.

(2) *Revue de Viticulture,* t. XXIX, p. 341.

que la vinification traditionnelle ne peut résoudre avec le même degré de certitude, à cause de la complexité du travail et du peu de temps que la courte durée des vendanges laisse pour expérimenter avec soins. La grande masse des vins du vignoble allemand est riche en acide et pauvre en alcool. La législation autorise l'addition de sucre au vin déjà formé, qui peut alors être soumis à une deuxième fermentation. De cette faculté sont nés des ateliers de vinification clos, bien outillés, chauffés en hiver, tenus frais en été.

L'eau et la vapeur n'y manquent pas, de sorte qu'il a été possible de faire des expériences comparatives soignées, sur des séries de foudres, et de bien constater les faits.

Le grand nombre de cépages sur lesquels on a opéré de même que la variété des levures qui ont été essayées, l'échelle industrielle à laquelle on a travaillé, permettent de tirer les conclusions scientifiques suivantes qui sont bien appuyées par de nombreuses expériences qui se contrôlent réciproquement :

1. Il y a des cépages qui fournissent par la vinification ordinaire, dans les bonnes années et dans des expositions favorisées, des vins célèbres. Ce cas est une exception.

2. Les mêmes cépages, dans la majorité des cas, produisent des vins sans bouquet.

3. Si, dans ce dernier cas, on stérilise le moût et on l'ensemence avec une levure de choix, on obtient un bouquet d'une intensité remarquable, alors que le vin témoin ne possède qu'un goût de terroir (1).

4. Bien plus, si à ce dernier vin, qualifié de témoin, on ajoute du sucre dans une proportion telle qu'après fermentation la richesse alcoolique n'atteigne pas 14 pour 100 d'alcool, qu'on stérilise ce mélange et qu'on ensemence avec une levure de choix, on obtient un vin très bouqueté, alors même que la proportion du cépage noble qui entre dans la composition de la vendange est relativement faible.

5. La levure sélectionnée, c'est-à-dire provenant d'une seule cellule, n'est pas toujours apte à développer du bouquet dans le moût d'un cépage noble.

Ceci est, entre autres, le cas pour les levures qui ont été multipliées dans des moûts artificiels, ne contenant pas de jus de raisin.

6. En cultivant cette levure plusieurs fois sur moût de raisin, elle peut acquérir de nouveau la faculté de développer le bouquet; il y a des levures cultivées du commerce qui possèdent cette faculté, mais à un degré différent.

---

(1) Rapport de M. Ungemach, vice-président de la Chambre de Commerce de Strasbourg (*Bulletin de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace,* octobre-novembre 1907, p. 170).

7. Quelle que soit l'origine d'une levure, elle ne transmet pas au vin le bouquet du cru d'où elle provient.

8. Mais elle développe, dans un cépage donné, le bouquet caractéristique de ce cépage.

Conclusion. — On peut conclure de ces faits que la substance du bouquet est fournie par le cépage; que celui-ci renferme une matière *anthophore* non encore isolée, qui est sans doute différente pour chacun d'eux. La nature produit des raisins renfermant la substance anthophore dans toutes les expositions; mais elle ne produit que dans des expositions privilégiées la levure capable d'agir sur la substance anthophore. D'où il résulte que la différence entre un grand cru et un cru ordinaire ne tient pas autant à la qualité du raisin qu'à celle de la levure qui y croît spontanément; ceci n'est dit qu'au point de vue du bouquet; car il peut y avoir des différences de concentration d'où dépend le corps du vin.

Au point de vue chimique on peut se figurer que la substance anthophore présente une constitution analogue à celle de l'*amygdaline,* principe immédiat des amandes amères, qui se dédouble sous l'influence d'un ferment soluble, l'*émulsine* ou *synaptase,* en principes odorants, l'acide cyanhydrique et l'essence d'amandes amères.

Dans le cas particulier, la levure *anthogène* joindrait à la propriété de sécréter la sucrase de Buchner, qui est commune à toutes les levures, aussi celle de sécréter une autre diastase agissant sur la substance *anthophore.*

Cette interprétation est celle qui se dégage le plus naturellement de l'ensemble des faits établis par les recherches qui précèdent.

GÉOLOGIE. — *Sur le minerai de fer de Coatquidan.* Note de M. F. **Kerforne**, transmise par M. A. Lacroix.

Le gisement de minerai de fer de Coatquidan est situé dans le Morbihan, entre Guer et Beignon, au sud de la route de Ploërmel à Vannes et près du camp d'artillerie du même nom. Il a été exploité en minière dès 1825; mais, depuis un certain temps, il est abandonné; il alimentait les forges de Paimpont concurremment avec le minerai de la forêt.

De Fourcy, dans le texte explicatif de la Carte géologique du Morbihan [1], donne

[1] Lorieux et de Fourcy, *Texte explicatif de la Carte géologique du Morbihan,* 1858.

quelques renseignements succincts sur ce gisement; il le montre situé dans des grès durs ou tendres, mélangés de couches d'argile blanche et il le considère comme faisant partie du même banc que les minerais de Saint-Saturnin (Ille-et-Vilaine) et de Rougé (Loire-Inférieure). Sur la Carte géologique le gisement est indiqué en un endroit marqué en *Grès armoricain* et il a été généralement considéré comme intercalé dans ce niveau.

Il m'a paru intéressant de rechercher l'âge précis de ce minerai, dont la nature est très différente de la plupart des autres minerais normands et bretons; je n'en connais en effet d'analogue qu'à Caden, plus au Sud. C'est de l'*hématite rouge,* quelquefois terreuse, mais le plus souvent grenue; elle paraît formée de petits grains aplatis et irréguliers, à patine noire, noyés dans un minerai plus fin et rouge, contenant une assez forte proportion de grains fins de quartz.

Cette structure bien spéciale s'exagère en certains endroits et l'on a des noyaux d'hématite, arrondis, mais très irréguliers de forme, noyés dans une masse ferrugineuse à gros grains de quartz : un véritable poudingue à petits éléments. Il y a passage latéral avec des grès fins ou grossiers, peu colorés, contenant encore de distance en distance des noyaux ferrugineux. Ces noyaux atteignent communément dans ces échantillons spéciaux, mais non rares, la grosseur d'un pois, quelquefois celle d'une noix. Si on les sectionne, on observe une structure concentrique bien nette, surtout à la partie externe qui est plus foncée (souvent noir brillant) et plus compacte; souvent l'hématite rouge du centre est mélangée de petits grains de quartz, quelquefois assez abondants pour donner l'aspect d'un grès ferrugineux.

Ce minerai se présente en couche presque horizontale avec léger pendage vers le Nord-Ouest; sa puissance atteint quelquefois 2^m. Il repose sur des bancs gréseux plus ou moins rosés, présentant des intercalations de schistes rouge lie de vin et pouvant être rapportés avec certitude au *Cambrien;* les schistes rouges cambriens présentent en effet à leur partie supérieure de nombreux bancs gréseux analogues dans cette région.

Il est surmonté de quelques mètres de grès blanc, ne m'ayant fourni comme fossiles que des *tigillites,* de petit diamètre et de grande longueur, réunis en nombre très considérable les uns à côté des autres. Ce grès a été rapporté sur la Carte géologique au *Grès armoricain.*

Ce niveau de minerai de fer serait donc situé exactement entre le *Cambrien* et l'*Ordovicien,* sans doute à la base du *Grès armoricain.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les principes à appliquer pour rendre les constructions asismiques.* Note de M. **Montessus de Ballore**, transmise par M. Barrois.

Dans ces dernières années, j'ai pu établir un *Art de bâtir dans les pays à tremblements de terre* (¹), en comparant minutieusement les structures des édifices qui, dans une même ville et à l'occasion d'un même séisme, avaient, à peu de distance les uns des autres, résisté ou non et en étendant cette recherche à tous les pays et à toutes les descriptions techniques détaillées parvenues à ma connaissance. De là est résultée une série de règles pratiques dont l'observation stricte assurera certainement la sécurité des constructions, puisqu'elles dérivent de la pure observation des faits. D'autres travaux partiels ont été exécutés par maints sismologues, de sorte que le sujet doit être considéré comme bien élucidé maintenant. Les architectes et les ingénieurs sont donc tenus d'observer ces règles dans les pays à tremblements de terre, mais ils doivent désirer mieux, à savoir la connaissance des conditions générales théoriques que doit remplir une construction quelconque pour être en état de résister à un séisme, même s'il est des plus violents. Les observations que j'ai faites sur le terrain, en Californie et au Chili, après les désastres du 18 avril et du 16 août 1906, permettent de poser les bases définitives du problème.

Ces observations démontrent péremptoirement deux faits. Premièrement, le constructeur ne peut promettre la sécurité d'un édifice sur le trajet ou au voisinage immédiat de l'accident géologique dont le jeu a produit le tremblement de terre, encore qu'il soit possible de citer des cas de résistance bien caractérisés et dont il faudra s'inspirer dans l'avenir, comme par exemple la digue du réservoir de Crystal Springs, près de San-Francisco, composée de blocs de béton encastrés les uns dans les autres en queue d'aronde. Deuxièmement, toute construction exécutée avec d'excellents matériaux et suivant toutes les règles de l'art de bâtir, *tout court*, résiste dans des proportions de 90 pour 100 des cas, au moins. Calculée pour résister à un effort continu et vertical de haut en bas, la pesanteur, une construction peut encore lutter contre le mouvement sismique, brusque, vibratoire et ondulatoire à la fois, vertical de bas en haut et horizontal, mais à condition qu'on ait tenu compte des efforts de poussée mutuelle des divers éléments.

Les événements rappelés plus haut permettent de préciser le problème

(¹) *Beiträge zur Geophysik*, t. VII. Leipzig, 1904.

général en fixant les idées relativement au mode même d'action du mouvement sismique sur les constructions. Il agit :

En terrain solide, par des vibrations et des ondulations rapides dont l'accélération ne dépasse pas 4000^{mm} par seconde et l'amplitude 25^{cm};

En terrain mou, par des ondes gravifiques, dont la distance de crête à crête peut atteindre plusieurs dizaines de mètres, la hauteur un peu plus de 1^{m} et la vitesse de propagation quelques dizaines de mètres.

Ce second effet est de beaucoup le plus dangereux.

On s'opposera au premier par l'élasticité de l'édifice, de telle sorte qu'aucune de ses parties ne puisse prendre des phases de vibration susceptibles de se contrarier avec celles de ses voisines; en un mot ces diverses parties devront pouvoir vibrer synchroniquement.

Le second effet sera combattu si l'édifice forme bloc ou monolithe, en un mot s'il est indéformable. Il pourra dès lors s'incliner en sens divers au passage, sous lui, des ventres et des crêtes des vagues visibles ou gravifiques.

On ne sait pas exactement à quel degré-limite de cohésion correspond l'extinction du mouvement sismique proprement dit et inversement celle des vagues gravifiques. Les sols de consistance intermédiaire sont sans doute exposés aux deux genres de phénomènes. Par conséquent le constructeur ne peut se restreindre à obtenir l'élasticité en terrain solide et l'indéformabilité en terrain mou. Il lui faudra satisfaire simultanément aux deux conditions et, à la grande rigueur, il pourra ignorer le phénomène sismique, les observations faites antérieurement sur les dispositions à adopter ou à rejeter en pays instables ne lui servant plus que de vérification *a posteriori* de l'exactitude de ses calculs.

C'est pour n'avoir pas su faire la distinction entre les deux modes d'action des tremblements de terre sur les édifices que les constructeurs des États-Unis n'ont pu, après l'événement du 18 avril 1906, parvenir à se mettre d'accord sur les meilleures dispositions à adopter; d'où, à notre avis, leurs opinions contradictoires. Il faut nettement rejeter leurs conclusions en ce qui concerne la condamnation des murs soit de pierres, soit de briques, qui demandent seulement à être très bien exécutés, mais qui ne peuvent, il est vrai, s'employer pour les constructions à plus de trois ou quatre étages; au delà de cette hauteur, ils ne peuvent plus être *self-supporting,* mais doivent, étage par étage, former panneaux entre les éléments des charpentes métalliques.

Comme je l'avais prévu il y a déjà bien longtemps, le béton armé s'est montré, en 1906, du moins quand il avait été soigneusement exécuté, la matière de choix dans les pays instables.

On notera que le double principe de l'élasticité et de l'indéformabilité d'une construction, qu'on veut être asismique, n'a rien de véritablement nouveau en ce sens que cette solution du problème est exactement celle de celui des constructions navales. Dans ce dernier cas, en effet, il faut s'opposer d'une part au choc des vagues contre les flancs et sur le pont du navire, d'autre part aux violents balancements imprimés à sa masse. Ces deux effets correspondent, terme pour terme, le premier au mouvement sismique proprement dit, le second aux vagues gravifiques, ou visibles, dont la réalité longtemps mise en doute est maintenant hors de discussion.

En résumé les désastres de 1906 démontrent qu'on peut éviter la totalité des dégâts sismiques par l'application de deux principes bien définis, l'élasticité et l'indéformabilité, et les dépenses supplémentaires constituent la prime d'assurance contre les tremblements de terre.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation aux dérivées partielles relative à une surface fermée.* Note de M. ÉMILE PICARD.

1. On a souvent considéré, depuis Beltrami et Klein, des équations aux dérivées partielles dont on envisage les intégrales sur une surface fermée tout entière. Particulièrement intéressante est l'équation

$$\Delta U = c\sqrt{EG - F^2}\,U \tag{1}$$

pour une surface dont l'élément est représenté par

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2,$$

et où ΔU représente l'invariant de Beltrami

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{G\dfrac{\partial U}{\partial u} - F\dfrac{\partial U}{\partial v}}{\sqrt{EG - F^2}}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{-F\dfrac{\partial U}{\partial u} + E\dfrac{\partial U}{\partial v}}{\sqrt{EG - F^2}}\right).$$

On désigne enfin par c une fonction positive du point sur la surface. Cette équation correspond à l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors, quand on suppose la température extérieure égale à zéro. Dans ces conditions, on peut regarder comme évidente au point de vue physique l'existence d'une solution de l'équation (1), uniforme et continue sur la surface, sauf en un point qui correspond à une source, avec un flux donné;

cette existence peut d'ailleurs s'établir d'une manière purement analytique, comme je l'ai fait autrefois [1]. En supposant le flux égal à 2π, et en désignant par (u', v') le point singulier, nous désignerons cette solution par

$$U(u, v;\ u', v'). \tag{2}$$

On voit aisément que U est symétrique par rapport à (u, v) et (u', v').

L'étude de l'équation (1) et de quelques équations qui s'en déduisent, comme celle de beaucoup d'autres problèmes analogues, est devenue particulièrement simple depuis les travaux de Fredholm sur une certaine équation fonctionnelle. Ayant eu récemment l'occasion d'étudier ces questions dans mon cours, j'indiquerai sous quelle forme j'ai présenté leur solution.

2. Au lieu de l'équation (1), envisageons l'équation avec le paramètre λ

$$\Delta V = \lambda c \sqrt{EG - F^2}\, V, \tag{3}$$

et cherchons s'il existe une intégrale V de cette équation partout continue sur la surface. J'envisage à cet effet une autre équation de la forme (1)

$$\Delta U = c_1 \sqrt{EG - F^2}\, U, \tag{4}$$

mais où c_1 est une fonction positive sur la surface, qui peut être différente de c. Soit $U(u, v;\ u', v')$ la solution analogue à (2) et relative à l'équation (4).

On montre sans peine, en appliquant la formule de Green étendue à une surface fermée quelconque rendue simplement connexe comme dans la théorie des surfaces de Riemann, que V satisfait à l'équation fonctionnelle

$$2\pi V(u', v') + \iint (\lambda c - c_1)\, U(u, v;\ u', v')\, V(u, v)\, d\sigma = 0, \tag{5}$$

où $d\sigma$ est l'élément de surface $\sqrt{EG - F^2}\, du\, dv$. D'ailleurs, au point de vue de la recherche des fonctions V partout continues, l'équation (5) est équivalente à l'équation (3).

Le plus simple, au moins théoriquement, est de prendre $c_1 = c$, et l'on a alors une équation de Fredholm

$$2\pi V(u', v') + (\lambda - 1) \iint c(u, v)\, U(u, v;\ u', v')\, V(u, v)\, d\sigma = 0,$$

équation d'un type très simple, à cause de la symétrie de la fonction U.

---

[1] *Sur l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors* (*Comptes rendus*, 5 juin 1900).

Pour λ quelconque, l'équation précédente n'a d'autre solution que $V = 0$; mais *il y a une infinité de valeurs singulières réelles et négatives*, pour lesquelles il y aura d'autres solutions, et pour lesquelles, par suite, l'équation (3) aura une ou plusieurs solutions continues sur toute la surface et non identiquement nulles ($\lambda = 0$ est une valeur singulière).

3. Désignons par λ_0 une valeur singulière, pour laquelle l'équation (3) ait ν solutions linéairement indépendantes

$$V_1(u, v), \quad V_2(u, v), \quad \ldots, \quad V_\nu(u, v).$$

Prenons l'équation en H,

$$\Delta H = \lambda_0 c \sqrt{EG - F^2}\, H + \varphi(u, v) \sqrt{EG - F^2}. \tag{6}$$

Si φ est une fonction continue prise arbitrairement, l'équation précédente *n'admettra pas pour* H *de solution continue sur toute la surface*. La condition nécessaire et suffisante pour qu'il en soit ainsi s'exprime par les égalités

$$\iint V_i(u, v)\, \varphi(u, v)\, d\sigma = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, \nu).$$

On peut l'établir en remplaçant l'équation (6) par une équation de Fredholm avec second membre, avec valeur singulière pour le paramètre, et en écrivant les conditions pour que cette équation ait une solution. Ceci est facile, car les solutions de l'équation *associée* figurant dans ces conditions sont

$$c(u, v)\, V_i(u, v) \qquad (i = 1, 2, \ldots, \nu).$$

4. Le résultat précédent permet de traiter une question relative aux intégrales de l'équation

$$\Delta W = \lambda c \sqrt{EG - F^2}\, W$$

ayant un certain nombre de points singuliers logarithmiques (du type des sources de chaleur). Si λ n'est pas une valeur singulière, les points singuliers et les coefficients relatifs au flux qui leur correspondent *peuvent être quelconques*. Mais soit λ_0 une valeur singulière. Les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation

$$\Delta W = \lambda_0 c \sqrt{EG - F^2}\, W \tag{7}$$

admette une intégrale ayant les points singuliers

$$(a_1, b_1), \quad (a_2, b_2), \quad \ldots, \quad (a_n, b_n)$$

avec les coefficients correspondants

$$A_1, \quad A_2, \quad \ldots, \quad A_n$$

s'expriment par les ν relations

$$A_1 V_i(a_1, b_1) + A_2 V_i(a_2, b_2) + \ldots + A_n V_i(a_n, b_n) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, \nu),$$

les V_i correspondant, bien entendu, comme dans le paragraphe précédent, à la valeur singulière λ_0.

En particulier, pour la solution $\lambda_0 = 0$, on a $\nu = 1$ et V se réduit à une constante; d'où la condition connue

$$A_1 + A_2 + \ldots + A_n = 0,$$

qui exprime que le flux total de chaleur est nul, l'équation (7) se réduisant alors à l'équilibre de température sans rayonnement extérieur.

5. L'application la plus simple est relative à la sphère de rayon *un*, en prenant $c = 1$. L'équation (3) est alors

$$(8) \qquad \cos\theta \frac{\partial V}{\partial \theta} + \sin\theta \frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} + \frac{1}{\sin\theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \psi^2} = \lambda \sin\theta V,$$

en se servant des coordonnées polaires θ et ψ sur la sphère, et l'on a depuis longtemps remarqué que pour

$$\lambda = -n(n+1) \qquad (n \text{ entier positif})$$

elle se confondait avec l'équation relative aux fonctions Y_n de Laplace. On peut voir qu'il n'y a pas d'autres valeurs singulières de λ en envisageant une fonction $V(\theta, \psi)$ uniforme et continue sur la sphère et satisfaisant à l'équation (8) pour $\lambda = \lambda_0$, et la fonction harmonique dans la sphère prenant ces valeurs sur la sphère. La formule de Poisson montre aisément que, si λ_0 n'est pas de la forme $-n(n+1)$, cette fonction harmonique sera identiquement nulle, et par suite aussi $V(\theta, \psi)$. Des considérations analogues montrent d'ailleurs que, si λ_0 a la forme indiquée, l'équation différentielle n'aura d'autres solutions uniformes et continues linéairement indépendantes que les $2n+1$ fonctions Y_n de Laplace correspondant à cette valeur de n.

Le cas du tore est à examiner après celui de la sphère. Je ne sais si le problème qui nous occupe a été approfondi dans ce cas. En désignant par r le rayon du cercle méridien et R la distance de son centre à l'axe, l'équation est ici

$$\frac{1}{r}(R - r\cos\varphi)^2 \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + \sin\varphi (R - r\cos\varphi) \frac{\partial V}{\partial \varphi} + r \frac{\partial^2 V}{\partial \psi^2} = \lambda (R - r\cos\varphi) r V,$$

en désignant par φ et ψ deux angles dont la signification est immédiate, et qui varient de o à 2π. Les valeurs singulières λ_0 sont celles pour lesquelles l'équation précédente admet une solution continue de période 2π par rapport à φ et à ψ; il est vraisemblable que le produit $\lambda_0 r$ est une transcendante assez simple du quotient $\frac{R}{r}$.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur la rotation et l'éclat des diverses couches atmosphériques du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres.**

La rotation et l'éclat des couches atmosphériques solaires sont étudiées actuellement dans plusieurs observatoires ; à Meudon, la recherche est poursuivie, autant que le permet la situation actuelle de l'établissement qui est en voie de réorganisation et n'a pas un personnel et un budget suffisants. Les méthodes employées diffèrent d'ailleurs de celles usitées à l'étranger; elles ont ceci de particulier qu'elles donnent un résultat basé non sur des régions limitées du Soleil, mais sur l'ensemble de l'astre. De plus, elles sont applicables avec des moyens relativement simples; l'objectif astronomique qui fournit une image réelle du Soleil est supprimé ou est très petit et réduit à une ouverture de quelques millimètres.

Dans ces dernières années, l'étude de la rotation a été faite par la méthode spectrale de Duner, maintenant devenue classique, qui juxtapose les spectres de points diamétralement opposés du bord et mesure leur déplacement avec des raies noires fines et nettes. Duner s'est servi de deux raies rouges du fer; il a confirmé en 1887 le ralentissement de la vitesse de rotation que le mouvement des taches a fait connaître de l'équateur au parallèle de 40°, et a pu l'étendre jusqu'au parallèle de 75°-80°. Les vitesses de Duner sont légèrement plus faibles que celles données par les taches. Les deux méthodes, il est vrai, se rapportent à des couches différentes du Soleil qui sont la surface même de l'astre et la vapeur de fer placée au-dessus dans la partie basse de l'atmosphère, appelée *couche renversante*.

La même méthode est appliquée depuis 1901 par Halm, d'Édimbourg, qui annonce une variation continue des vitesses au cours de la période solaire, surtout près des pôles, et un déplacement spécial des raies dû à la pression. Elle est adoptée aussi en 1907 au mont Wilson, par Adams, qui utilise la plaque photographique et vingt raies bleues de la couche renversante. Pour certaines raies, la vitesse de rotation est inférieure à la normale,

ce qui déjà avait été annoncé par Jewell. En 1908, les raies de l'hydrogène, qui correspondent vraisemblablement à des couches plus hautes, lui donnent un résultat différent : les vitesses sont au contraire plus grandes à l'équateur, et le ralentissement est plus faible vers les pôles. Ce dernier fait a été confirmé par Hale, avec les images monochromatiques de l'hydrogène données par son grand spectrohéliographe. Tel est l'état de la question.

Il convient évidemment d'étudier à ce point de vue toutes les raies solaires, comme l'a demandé Campbell en 1905. J'ai employé seulement une autre méthode qui assure une vérification utile et offre d'ailleurs ses avantages. C'est la méthode de l'inclinaison indiquée par moi en 1895 pour la reconnaissance de la rotation dans les planètes. Je l'ai appliquée successivement aux planètes Jupiter et Saturne, à la couronne solaire des éclipses avec un grand spectroscope fixe, puis en 1902 aux planètes Jupiter, Uranus et Neptune avec un petit spectroscope mobile autour de l'axe de son collimateur.

Si l'on projette une petite image de l'astre sur la fente du spectroscope et si l'astre tourne comme un corps solide, les diverses parties de la raie spectrale s'inclinent du même angle, les conditions étant les meilleures, lorsque l'axe de rotation de l'astre est perpendiculaire au rayon visuel et lorsque la fente contient le diamètre équatorial. La mesure de l'angle d'inclinaison donne la vitesse de rotation; or elle s'appuie, non sur deux points extrêmes d'un diamètre, comme dans la méthode de Duner, mais sur la partie centrale et le diamètre entier. La méthode de l'inclinaison, qui repose sur une base expérimentale différente, est *a priori* digne d'attention. D'ailleurs, sur le Soleil, l'absorption impliquée par la raie noire est plus facile à interpréter au centre, où les couches successives sont traversées normalement, dans les mêmes conditions. Au bord, les couches inférieures ont une action prédominante qui, de plus, est variable pour deux points très voisins de l'astre.

Dans les recherches de 1902 citées plus haut, faites sur Jupiter avec un petit spectroscope mobile, qui, en raison de sa petitesse, était exempt de flexion, on juxtaposait au spectre de la planète un second spectre photographié après que l'appareil avait été tourné de 180°. Les inclinaisons des deux spectres étant inverses, l'angle d'inclinaison est doublé et aussi la précision de la mesure (voir la Note des *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 228, et les dessins annexes; voir aussi le dessin ci-après). Cette disposition heureuse n'a pas été employée pour Uranus, qui exige une pose déjà trop longue pour un seul spectre; mais elle est évidemment applicable au Soleil, même lorsque la dispersion est forte. Il est seulement difficile de faire tourner le

spectroscope qui a de grandes dimensions; mais on peut le laisser fixe et faire tourner à sa place l'image solaire sur la fente en interposant un prisme à réversion. Ce prisme, comme on sait, a une section triangulaire avec deux côtés égaux; le troisième côté, appelé *base,* est parallèle à l'axe du faisceau lumineux; et le prisme entier tourne autour de cet axe, en imposant au faisceau une rotation double de la sienne. Il a déjà été appliqué dans le même but au Soleil par Zöllner en 1871 et Thollon en 1885 (¹).

La disposition générale adoptée est la suivante (²) : le spectroscope, aussi dispersif que possible, est à réseau et employé dans le troisième et le quatrième ordre avec des chambres longues de $2^m,50$ et $3^m,50$. Le faisceau solaire, réfléchi par un cœlostat et large au plus de 2^{cm}, traverse le prisme à réversion, puis un petit objectif de projection dont la distance focale a varié de 7^{cm} à 20^{cm}, et qui est porté par une double coulisse dont les mouvements sont parallèles et perpendiculaires à la fente. La netteté de l'image solaire sur la fente n'est pas diminuée par le prisme, puisque les rayons qui le traversent sont parallèles et non convergents; s'il est bien construit et bien réglé, l'image reste nette tout en tournant et maintient son centre fixe sur la fente.

On place le prisme à réversion dans une des deux positions où le diamètre équatorial est parallèle à la fente, et l'on fait une première épreuve du spectre, puis une seconde, mais après avoir tourné le prisme de 90° et l'image du Soleil de 180°, en maintenant le même parallèle sur la fente. Cette dernière condition et la juxtaposition des deux spectres sont assurées par les deux coulisses. En fait, la double épreuve s'applique au diamètre équatorial ou à un seul des parallèles Nord ou Sud (³).

On a donné plus rarement une autre orientation au Soleil sur la fente,

---

(¹) L'angle du prisme qui est l'angle des côtés égaux doit être grand, sinon les parties voisines de la base sont seules utilisables, et la réflexion totale est très rasante. Lorsque l'angle est de 90°, on a le prisme à réflexion totale, employé souvent comme prisme à réversion. L'angle le plus favorable est voisin de 120°, ou moins lorsque les faisceaux qui traversent le prisme ne sont pas convergents.

(²) Une disposition analogue a été conçue indépendamment par M. Bosler, astronome à l'Observatoire, et appliquée par lui à la grande lunette pour l'étude de la rotation de la planète Vénus.

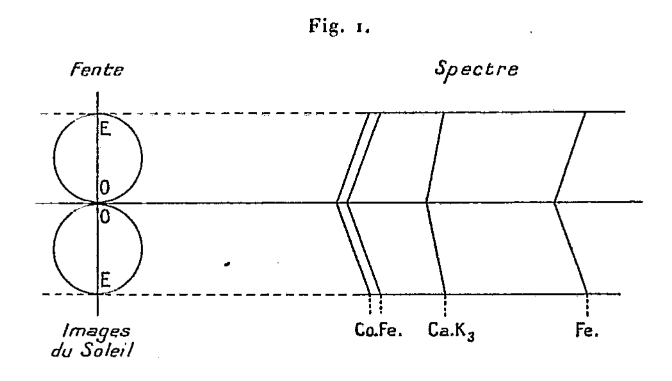
(³) La latitude des parallèles est déterminée avec une lunette auxiliaire, munie d'un micromètre, qui vise la fente. On mesure la distance de la fente au centre de l'image avec le micromètre ou avec les coulisses. La hauteur du spectre donne aussi une mesure de la latitude.

comme dans la méthode de Duner, qui juxtapose les spectres des deux hémisphères; car la partie isolée par la fente ne tourne plus comme un corps solide, et la méthode perd en partie ses avantages.

Les recherches, faites avec l'aide de MM. d'Azambuja et Burson, ont porté principalement sur la partie violette du spectre, qui comprend les raies H et K du calcium. Ces raies, qui sont les plus larges du spectre, sont les seules à offrir un triple renversement bien net, qui annonce trois couches distinctes superposées; avec les raies de l'hydrogène, ce renversement est seulement partiel. Pour ces raisons, les petites composantes centrales H_3 et K_3 sont probablement les plus favorables pour l'étude des mouvements dans la chromosphère supérieure; au bord solaire extérieur, elles sont plus hautes que toutes les raies de l'hydrogène.

Sur les épreuves, les inclinaisons de la raie K_3 ont été d'abord simplement comparées aux inclinaisons de raies fines voisines de la couche renversante, qui sont d'un côté la raie du fer λ 3930,45 et de l'autre un doublet du

Fig. 1.



fer et du cobalt λ 3935,96 et λ 3936,12. Les mesures absolues des inclinaisons et des vitesses, qui exigent un appareil spécial encore en préparation, seront publiées plus tard; *a priori*, elles peuvent être au moins aussi exactes que celles des autres méthodes, surtout si l'on remarque que le retournement de l'image double l'angle à mesurer.

D'ailleurs les inclinaisons augmentent lorsque le diamètre de l'image diminue; et si, comme dans le cas présent, il est suffisamment petit, les inclinaisons et leurs différences sautent aux yeux, sans qu'il soit nécessaire de les mesurer sous un réticule. Cet examen rapide est seulement qualitatif, mais, comme il est différentiel, il a une réelle valeur.

Or les inclinaisons de K_3 sont parfois, à première vue, différentes de celles du fer et du cobalt; le 18 mai, en particulier, sur le diamètre équa-

torial, elles étaient manifestement plus faibles, comme le montre la figure ci-contre, où les inclinaisons et leurs différences sont agrandies à dessein. Les vitesses de rotation de cette couche élevée étaient notablement plus faibles que dans la couche renversante, ce qui est contraire au résultat obtenu par Adams avec l'hydrogène.

Plus tard, dans les premiers jours de juin, l'inclinaison de K_3 à l'équateur était à peu près la même que celle du fer et du cobalt. Sur les parallèles, d'autre part, dans cette période, les inclinaisons de K_3 sont parfois aussi différentes en plus ou en moins, celles en plus étant dominantes aux latitudes élevées; de plus, dans les deux hémisphères, les différences ne sont pas toujours les mêmes.

On est ainsi conduit à penser que les couches supérieures ont des variations de vitesse de rotation qui sont parfois notables et même différentes pour les deux hémisphères, dans l'intervalle de quelques jours et de quelques semaines. Les variations doivent être en effet plus grandes quand on s'élève davantage, et j'ai déjà noté, en 1893, que, au bord solaire, les vitesses radiales des protubérances, qui s'ajoutent ou se retranchent à la vitesse de rotation, augmentent avec la hauteur dans l'atmosphère. D'ailleurs les taches, qu'on considère comme liées à la surface, ont, sur un même parallèle et dans une même année, des différences sensibles dans leur déplacement sur le disque, et l'on sait que les vitesses publiées ne sont que des moyennes. De plus, les variations de toutes ces couches ont entre elles, très probablement, un lien étroit qui est à déterminer.

Il faudra naturellement poursuivre ces recherches pendant un temps très long pour arriver à des conclusions définitives; de toute façon, les premiers résultats font ressortir les avantages particuliers de la méthode de l'inclinaison, qui s'appuie sur la partie centrale du Soleil, et qui exige seulement un spectroscope puissant; les appareils astronomiques coûteux ne lui sont plus nécessaires, et elle peut être abordée avec le Soleil aussi bien dans un laboratoire de Physique que dans un observatoire.

Recherches sur l'éclat moyen de la chromosphère. — La variation de l'éclat moyen de la chromosphère au cours d'une période solaire a déjà été reconnue comme très probable par l'examen des nombreuses photographies de la chromosphère que j'ai obtenues, depuis 1893, avec la raie K_2. Récemment, au Congrès des recherches solaires de 1907, MM. Norman Lockyer et Hale ont soulevé la question, et ont annoncé l'emploi de méthodes perfectionnées pour relever le nombre et l'éclat des flocculi sur les épreuves des jours successifs. Pour donner à ces recherches une base plus solide, j'ai proposé de

comparer directement à intervalles réguliers les intensités de la chromosphère et de la photosphère, et de la façon suivante : on juxtapose sur la même plaque deux épreuves monochromatiques du Soleil faites avec la raie K_2 et un intervalle brillant du spectre, toujours le même, et l'on mesure ensuite les opacités moyennes des deux épreuves.

J'ai fait quelques essais dans ce sens, et je les ai abandonnés; car on peut arriver au résultat par des moyens beaucoup plus simples, par l'étude détaillée du spectre de la lumière générale du Soleil. Ce spectre est celui que donnerait le Soleil, s'il était aussi éloigné que les étoiles; il s'obtient aisément en envoyant le rayonnement solaire sur la fente du spectroscope, sans interposer aucun objectif. Lorsque la dispersion est forte, il contient, comme je l'ai montré en 1892, les raies K_2 et K_3, qui représentent les éclats moyens des chromosphères basses et supérieures. Il suffit donc de les comparer avec un microphotomètre à de petites portions du même spectre, toujours les mêmes, choisies dans la raie K_1 et dans un intervalle brillant entre deux raies noires ([1]).

Ce spectre de la lumière générale n'exige pas d'objectif; il peut même, semble-t-il, être photographié lorsque le Soleil est caché par les nuages, avec la lumière diffuse de notre ciel, à condition toutefois que cette lumière ne soit pas due, pour une part notable, à une phosphorescence déterminée par les rayons solaires ultra-violets. Même la comparaison avec le microphotomètre des spectres du Soleil et de la lumière diffuse permettrait de déceler et de doser cette phosphorescence supposée, et je signale en passant cette recherche accessoire qui n'est pas sans intérêt.

Cependant les raies K_2 et K_3 ont sur le disque de grandes différences d'intensité et de largeur, par exemple au centre et au bord, et qui importent dans l'étude du pouvoir absorbant de l'atmosphère; les différences sont parfois aussi notables entre les deux hémisphères, entre les régions de l'équateur et des pôles. Pour les relever dans leur ensemble, j'emploie la combinaison suivante de deux objectifs, placés devant le spectroscope de la lumière générale. Un premier objectif, qui peut avoir une petite ouverture, donne une image de l'astre large de 1^{cm} à 2^{cm}, et le second objectif est disposé de manière à donner sur la fente l'image du premier. Il suffit d'avoir dans le plan de l'image solaire des diaphragmes divers qui arrê-

([1]) Ce spectre de la lumière générale doit être très dispersé et, de plus, ne pas contenir de lumière étrangère (diffuse par exemple). La première condition réduit beaucoup l'application de la méthode aux étoiles.

tent soit le centre, soit les bords, soit toute autre portion du disque, pour avoir le spectre moyen des parties restantes. La juxtaposition et la comparaison de ces spectres moyens donne lieu à des remarques intéressantes.

En résumé, tous ces dispositifs très simples permettent de suivre aisément les variations de vitesse et d'éclat des couches atmosphériques principales.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les organes et le mode de végétation des Névroptéridées et autres Ptéridospermes*. Note de M. **Grand'Eury**.

A l'association singulière, dans ces plantes fossiles, de graines à des feuilles qu'on ne sait distinguer de celles des Fougères, correspondent, tout au moins dans les *Odontopteris*, *Nevropteris*, *Linopteris*, *Alethopteris*, des organes et un mode de végétation particuliers que, ne connaissant pas dans les plantes vivantes, je me propose de décrire sommairement; j'appliquerai ensuite leurs caractères les plus constants à la reconnaissance d'autres Ptéridospermes dont on ignore les graines.

Dans ces fossiles, les organes dominant par la quantité sont les *Aulacopteris* (1), ou longs et larges stipes rameux réduits à l'état fossile, après la destruction des tissus internes de *Myeloxylon*, à leur écorce mince aussi régulièrement striée que les feuilles de Cordaïtes. Ceux des *Odontopteris* et *Nevropteris* sont souvent encombrés d'un abondant chevelu de radicelles déliées entremêlées aquatiques, sortant par faisceaux des stipes. Ceux-ci, ronds, épais à la base de $0^m,10$ à $0^m,15$, s'adaptent parfaitement à des souches plates étranges, que je crois pouvoir interpréter comme des tiges naines très surbaissées, portant en saillie, en nombre variable, des tronçons d'*Aulacopteris*. Ces souches, larges de $0^m,50$ à $0^m,75$, sont appliquées sur le sol fossile de végétation par une surface verruqueuse, et lui sont fixées par des racines souterraines grêles à radicelles pinnées. Les racines issues de la face inférieure de la souche étant peu nombreuses et peu profondes, la plante en se développant a poussé, pour pourvoir à leur insuffisance, des branches souterraines radicantes rameuses non striées, et, pour se fixer au sol, de curieux crampons de nature également stipale. Et, comme parmi les milliers de tiges debout enracinées des forêts fossiles, il ne s'élève de ces souches ni tiges, ni stipes, ces derniers mutilés étant plutôt couchés, il est à présumer que, comme des plantes de marais, les Névroptéridées

(1) *Flore carbonifère*, p. 122.

ont vécu le pied dans l'eau, fixé au sol de fond par les racines souterraines et les organes supplémentaires ci-dessus notés.

Certaines souches se sont agrandies jusqu'à atteindre une longueur de 2^m et plus, et l'on voit, dans ce cas, que les tiges étalées qu'elles représentent se sont également allongées. Dans les mêmes dépendances se trouvent d'autres organes d'extension, sinon de propagation, savoir : 1° des *Aulacopteris* ordinaires fixés par des crampons, qui ont au moins élargi l'aire d'occupation des plantes envahissantes qu'étaient les *Nevropteris* et *Odontopteris;* 2° des *Aulacopteris* particuliers, rampants, à surface inférieure non striée, ramifiés par-dessus, que des bandes vasculaires incluses rapprochent des *Medullosa ;* et 3° çà et là quelques touffes surbordonnées de stipes enracinées. Il reste à mieux connaître les relations de ces parties qui, étant de taille à ne pouvoir être collectionnées, ont été dessinées.

Dans des espaces plus restreints, j'ai trouvé, en rapport avec un fouillis de racines entre-croisées, un ensemble assez complet de petites souches moins plates et de tiges traçantes, que les stipes, feuilles et graines associés relient au *Linopteris Brongniarti* Gut. ; les stipes, triés comme les autres, s'en distinguent par des ponctuations épineuses.

L'*Alethopteris Grandini* Br. par ses tiges fournit une donnée qui, en légitimant les aperçus qui précèdent, touchant la nature des souches de Névroptéridées, me permettra de ranger d'autres Fougères dans le vaste groupe des Ptéridospermes. Cette espèce, abondamment répandue dans la Loire, y occupe des stations où sont rassemblés, de préférence au-dessus de ses souches, tous ses organes, y compris ses graines, les *Pachytesta*. En faisant découvrir quelques-uns de ces gisements, j'ai remarqué, mêlées aux stipes, de grosses tiges représentées par une mince écorce striée, aplatie, large de $0^m,30$ à $0^m,40$, portant tout autour des branches inégales, de $0^m,10$ à $0^m,20$, non caduques, où passent les stries de la tige ; il y a des portions de tiges de 5^m et plus de longueur, et des branches rameuses de plusieurs mètres ; certaines tiges peu branchées ressemblent à des stipes ; ceux-ci d'ailleurs émettent souvent, à la base sans doute, des rameaux en dehors de tout plan de symétrie. Toutefois, les tiges sont striées plus particulièrement comme le *Colpoxylon Æduense* Br., duquel les rapprochent, génériquement, les bandes vasculaires conservées dans l'une de ces tiges sidérifiées. Les stipes ont pour structure les *Myelopteris* de Grand'Croix décrits par B. Renault. Les souches, larges de 1^m et plus, sont fixées par des racines diffuses, des crampons et des branches souterraines radicantes ; elles sont, en outre, entourées d'organes flottants dont la destination est inconnue.

Et, chose remarquable, dans leur voisinage immédiat, rampent des tiges de même nature qui paraissent bien avoir propagé au loin la plante, car sur leur parcours sont enracinées des touffes de stipes très rameux. Connu ainsi en entier à grands traits, l'*Alethopteris Grandini*, par la structure de ses principaux organes, par son mode de propagation par stolons, combiné (ce qui aujourd'hui ne va pas ensemble) à l'organisation cycadéenne de ses tiges et graines, par l'apparence que ses tiges et stipes à tissus mous n'ont pas augmenté en diamètre, cette plante fossile au port néanmoins gigantesque et aux puissantes ramures, est une des plus originales du terrain houiller supérieur où elle forme de nombreux lits de charbon.

Or, les *Palæopteris* du Culm, les *Archæopteris* dévoniens, dont le feuillage n'est pas étranger aux Névroptéridées, ont été figurés ([1]) avec des tiges et stipes si analogues à ceux de cet *Alethopteris* que, sans doute aussi, ils ont porté des graines, le caractère tiré de ses tiges ayant été retrouvé jusque chez les *Sphenopteris* à graines de Bretagne, sur les empreintes de leurs minces tiges de $0^m,04$ à $0^m,05$ portant, non des cicatrices de pétioles tombés, mais insérées tout autour des branches inégales non caduques où passe la texture maillée des tiges.

De plus, le *Sphenopteris trifoliata*, par exemple, ayant de gros stipes striés, pourrait bien aussi faire partie des Ptéridospermes, un hasard heureux me l'ayant fait rencontrer dernièrement avec les *Sphen. latifolia, Schillingsi, Mariopteris muricata,* quatre espèces auxquelles étaient intimement associées et en partie connexes de nombreuses graines, toutes très petites, de quatre sortes différentes (dont deux s'éloignent de toutes les formes connues) qui paraissaient bien leur appartenir.

Il n'y a pas jusqu'aux plantes féliciformes, les premières apparues sur la Terre, qui ne semblent avoir produit des graines, car dans le Dévonien moyen de l'Oural, près de Pachia, à Serguievsk, à Troïtsk, j'ai rencontré, non sans en être très surpris, au milieu d'une florule très pauvre limitée à quelques maigres *Lepidodendron*, et à des squelettes de feuilles rappelant les *Aulacophycus*, les *Psilophyton*, des menues graines, et des capsules ou anthères pédicellées comme celles des *Palæopteris*, qui, les unes et les autres, ne peuvent provenir que de ces derniers fossiles.

On sait que d'autres Fougères paléozoïques, abondantes et variées, se sont aussi reproduites par graines.

([1]) Voir *Caulopteris Peachii* dans *Quart. Journal*, t. XV, p. 408; *Rhizomopteris Nordenskiöldi* dans *F. Flora d. Bären Inseln*, 1902, *Pl. V, fig.* 4, p. 10; et les *Stipes, Pl. V,* 1894, dans *F. Flora d. Polarländer, Arktische Zone.*

On sait moins que ces plantes se signalent par l'extrême diversité de leurs graines, dont les formes sont plus variées que les feuilles. A l'appui de ce dire mis en avant en 1905 ([1]) et soutenu en 1906, il a encore été découvert depuis 1 an, à Saint-Étienne, des graines à quatre ailes, polygones à neuf pans égaux, et diverses autres non moins disparates; un nouveau type de graines s'est ajouté à ceux déjà rapportés aux *Nevropteris* de l'étage stéphanien où le genre, devenu hétérogène, comprend autant de sortes de graines que d'espèces isolées de feuilles; j'ai même vérifié, dans la Loire et le Pas-de-Calais, que les espèces affines, mais qui se suivent dans le temps, *Linopteris Brongniarti* et *sub-Brongniarti,* ont des graines fort différentes. Toutes mes constatations tendent ainsi à établir que les Ptéridospermes, aux organes de végétation extérieurement peu différenciés, possèdent des types de graines plus diversement variés que les frondes, et des types de formes aussi différentes que les genres de graines silicifiées créés par Ad. Brongniart, comme en témoignent, du reste, les graines et feuilles recueillies depuis longtemps dans les emprunts de remblais pour mine les mieux et les plus complètement explorés.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la neuvième campagne de la* Princesse-Alice. Note de S. A. S. le PRINCE DE MONACO.

Ma quatrième campagne aux régions arctiques, poursuivie en 1907, avait pour but de compléter les travaux entrepris dans les trois précédentes, au point de vue hydrographique, géographique et météorologique.

Partie du Havre le 16 juin 1907, la *Princesse-Alice* y est rentrée le 12 septembre. Comme l'année précédente, un bateau à vapeur de 75 tonneaux, le *Quedfjord,* me servait d'auxiliaire, et plusieurs savants et officiers m'accompagnaient pour l'exécution du travail scientifique : le Dr J. Richard, zoologiste; le lieutenant de vaisseau Bourée pour l'Océanographie ainsi que le capitaine de frégate d'Arodes; le professeur Hergesell pour la Météorologie. M. Tinayre, artiste peintre, fixait sur ses toiles les principaux traits de la région et le docteur Louët, médecin militaire, était chargé du service sanitaire. Un groupe d'explorateurs terrestres norvégiens était formé par le capitaine Isachsen, de l'armée norvégienne, le géologue Hoel, Mme Dieset, botaniste, et trois auxiliaires.

Le voyage fut considérablement entravé par la présence, tout à fait anormale pendant l'été, d'un champ de glace répandu sur l'espace compris entre l'île aux Ours, le Spitzberg et la banquise du Groenland. Cette glace, qui venait des régions orientales en doublant le cap sud du Spitzberg,

([1]) *Comptes rendus,* 1905, p. 812.

retarda mon arrivée sur la côte Est, en m'obligeant à faire un détour de 180^{km} vers l'Ouest, et elle hâta mon retour par la menace d'un envahissement prématuré, peut-être définitif des baies. Une Carte de ce champ a été établie pour plusieurs moments de la période estivale, au moyen de nos propres constatations et de tous les renseignements obtenus depuis. D'autre part, une brume épaisse, qui s'étendait continuellement au large de la côte, rendait fort difficiles les mouvements du navire en dehors des baies.

Météorologie. — Ne pouvant, pour ce motif, opérer des lancements de ballons-sondes, j'ai néanmoins participé avec des ballons captifs au lancer international convenu pour la période du 22 au 27 juillet; et, dans cette circonstance, la *Princesse-Alice* a pu faire monter ses instruments jusqu'à l'altitude de 3000^{m}, tandis que quatre ballons-pilotes atteignaient 7500^{m}.

Océanographie. — 187 observations de température étaient faites à la surface de la mer par les soins du D^{r} Richard, et une indication spéciale résultait de ce travail pour les parages de Beeren eiland. Alors que les glaces y abondaient cette année, il fallait se rapprocher beaucoup plus de cette île pour trouver une température aussi basse qu'en 1906, où les glaces manquaient. Ce fait montre que l'oscillation de la limite des eaux polaires, qui se trouve dans cette région, joue un rôle plus important que l'apport momentané et accidentel de glaces, même abondantes, et que ce dernier fait n'est qu'un détail dans le phénomène du mouvement d'ensemble des eaux polaires.

Géographie. — Le capitaine Isachsen, parcourant sans cesse les régions de l'intérieur, a comblé toutes les lacunes laissées par le travail entrepris durant notre campagne de 1906 avec la Photogrammétrie et le théodolite. Maintenant nous possédons les éléments complets d'une Carte détaillée de la région du Spitzberg comprise entre Kingsbay, la baie Smeerenburg et la baie Wood, ainsi que les principales données intéressant la Géologie et la Botanique.

Pendant ce temps, je pratiquais dans les baies Cross, Lilljebook et Möller un complément de sondages nécessaire pour achever l'hydrographie de ces parages, et M. Bourée mesurait une nouvelle série d'angles qui permettait d'en tracer exactement les lignes littorales.

Zoologie. — Les observations zoologiques comprennent surtout des prélèvements journaliers de plankton pendant tout le voyage depuis le moment du départ jusqu'à celui du retour. D'autre part, la présence d'une espèce de morue (*Gadus polaris*) nous a été signalée par des chasseurs de phoques, dans l'Isfjord, coïncidant avec celle, constatée par nous, du capelan : fait

absolument nouveau pour le Spitzberg d'où la morue avait disparu depuis de nombreuses années.

J'ai pu me procurer et rapporter pour le Musée océanographique les fanons complets et en place d'une baleine (*Baleinoptera Sibbaldi*).

Le nombre total des opérations zoologiques a été de 2 chaluts à plateaux, 3 petits chaluts, 5 dragues, 3 haveneaux, 67 filets pélagiques.

Enfin j'ai recueilli plusieurs spécimens vivants du *Canis Lagopus* ou renard bleu, afin d'observer, en essayant d'acclimater cette espèce dans le nord de la France, certaines particularités physiologiques la concernant et qui sont encore mal connues. Pour commencer, les renards susdits, placés à la campagne, dans un parc approprié, sont devenus blancs vers le mois de novembre et maintenant ils reprennent leur poil qualifié bleu cendré.

Physique. — Les frères Lumière, de Lyon, dont le nouveau procédé pour la photographie en couleurs était à peine mis au point, avaient bien voulu, pour le voyage, me livrer quelques douzaines de leurs plaques autochromes. Or un fait remarquable s'est produit avec elles : depuis la latitude de 69°40′ N. environ, jusque vers celle de 79°, la plus haute visitée par nous pendant cette campagne, un voile bleu d'une intensité qui croissait à mesure que nous montions vers le Nord les affectait constamment. Et lors de notre retour vers le Sud, ce phénomène cessa, dans une proportion inverse, de se produire.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de dresser une liste de candidats au poste de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, vacant par suite du décès de M. *de Lapparent*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence du Président de l'Académie, doit comprendre six Membres choisis dans la division des Sciences physiques.

MM. **Van Tieghem**, **Gaudry**, **Troost**, **Bouchard**, **Müntz**, **Chatin** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Leçons sur les théories générales de l'Analyse, t. II, par René Baire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes bilinéaires.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. Jordan.

1. α et β étant deux substitutions n-aires dans un champ $\mathfrak{S}$, on peut se proposer de chercher les formes $a = \Sigma a_{ik} x_i y_k$ ($|a| \neq 0$) à coefficients dans $\mathfrak{S}$ telles que $\beta a \bar{\alpha} = a$, $\bar{\alpha}$ étant la transposée de a (le cas $\beta = \bar{\alpha}^{-1}$ fournit toutes les substitutions permutables à α). Pour que a existe, il faut et il suffit que $\beta^{-1} - s\varepsilon$ et $\alpha - s\varepsilon$ (ε étant la matrice unité et s un paramètre) aient les mêmes diviseurs élémentaires.

Supposons que $\mathfrak{S}$ soit le champ $\mathfrak{R}$ des nombres complexes ordinaires. Prenons α et β sous forme canonique. Soient $s_1, \ldots$ les multiplicateurs de α, $t_1, \ldots$ ceux de β. Soient $t_1 = s_2^{-1}$, $t_2 = s_3^{-1}$, $\ldots$, $t_\varkappa = s_\varkappa^{-1}$, $\varkappa$ étant minimum, et supposons qu'il n'y ait pas d'autres multiplicateurs. Soient m_j le nombre des variables de la j^e suite relative à s_1,

$$m_j \geqq m_{j+1}, \qquad m_1 = m_{q_1} > m_{q_1+1} = m_{q_1+q_2} > \ldots = m_{q_1+\ldots+q_\omega}, \qquad \Sigma_1^h q_i = Q_h.$$

On peut supposer que la j^e suite relative à chaque s_i ou t_i a m_j variables. Après la j^e suite relative à $s_1 (= s)$ plaçons maintenant la j^e relative à $s_2, \ldots,$ puis la j^e relative à $s_\varkappa$, puis la $(j+1)^e$ relative à s_1, et soit alors x_k^i la k^e variable de la i^e suite; plaçons de même les suites relatives à $t_1 (= t), \ldots,$ t_λ, et soit y_k^i la k^e variable de la i^e de ces suites. Soit

$$a = \Sigma a_{kl}^{ij} x_k^i y_l^j, \qquad A^{ij} = \Sigma_{kl} a_{kl}^{ij} x_k^i y_l^j, \qquad \mathfrak{A}_{\rho\sigma} = \Sigma A^{ij}$$
$$(i = Q_{\rho-1} + 1, \ldots, Q_\rho;\ j = Q_{\sigma-1} + 1, \ldots, Q_\sigma);$$
$$A_{\rho\sigma}^{kl} = \Sigma_{ij} a_{kl}^{ij} x_k^i y_l^j \qquad (i = \varkappa Q_{\rho-1} + 1, \ldots, \varkappa Q_\rho;\ j = \varkappa Q_{\sigma-1} + 1, \ldots, Q_\sigma).$$

Pour que a existe, il faut et il suffit que les $|A_{\rho\rho}^{1 m_{Q_\rho}}|$ soient $\neq 0$. A^{ij} peut se ramener à volonté, soit à un *premier type* où la première colonne est nulle sauf le dernier élément égal à 1, soit à un *second type* où la première colonne est composée d'unités (JORDAN, *J. M.*, 1888 et 1905).

2. Astreignons maintenant a à l'une des conditions $a = \pm a$, $\bar{a} = \beta a$, $\bar{a} = \dot{a}$ ($\dot{a}$ étant la conjuguée de a), $\bar{a} = \dot{\beta}\dot{a}$, et supposons que β et α puissent être canonisées par un même changement de variables si $\bar{a} = \pm a$ ou $\bar{a} = \beta a$, par des changements conjugués si $\bar{a} = \dot{a}$ ou $\bar{a} = \dot{\beta}\dot{a}$. *Les seules nou-*

velles conditions pour l'existence de a sont que $\varkappa = 1$ *ou* 2, *que* $\beta = \alpha$ *si* $\bar{a} = \beta a$, *que* $\beta = \dot{\alpha}$ *si* $\bar{a} = \dot{\beta}\dot{a}$ *et que* q_ρ *soit pair dans les quatre cas suivants :* m_{Q_ρ} *pair avec* $\bar{a} = a$, $st = 1$; m_{Q_ρ} *impair avec* $\bar{a} = -a$, $st = 1$; m_{Q_ρ} *pair avec* $\bar{a} = \alpha a$, $s = 1$; m_{Q_ρ} *impair avec* $\bar{a} = \alpha a$, $s = -1$ (les conditions relatives à $\bar{a} = \pm a$, $\bar{a} = \alpha a$ ont été trouvées tout autrement par Kronecker et M. Frobenius quand $\beta = \alpha$).

Comme $\alpha a \bar{\alpha} = a$ résulte de $\bar{a} = \alpha a$, et $\dot{\alpha} a \bar{\alpha} = a$ de $\bar{a} = \alpha \dot{a}$, on trouve aisément ainsi toutes les solutions a de $\bar{a} = \alpha a$ ou $\bar{a} = \alpha \dot{a}$, même celles où $|a| = 0$, ce qui complète les recherches de M. Voss (*S. A. M.*, t. XXVI, p. 211-272).

3. On peut toujours annuler les $\mathcal{A}_{\rho\sigma}$ où $\rho \neq \sigma$ et, par suite, supposer $\omega = 1$. *Pour* $\bar{a} = \pm a$ *et* $\bar{a} = \dot{a}$ on arrive à des formes réduites analogues à celles de M. Jordan pour $\bar{a} = a$ (*J. M.*, 1888).

Soit $\bar{a} = \alpha a$. *Si* $s = 1$ *avec* $m_1 = 2\mu - 1$, on peut annuler tous les A^{ij} où $i \neq j$ et les a_{kl}^{jj} où k et l sont $< \mu$; la matrice des a_{kl}^{jj} où $k = 1, \ldots, \mu$ et $l = \mu, \ldots, m_1$ se réduit alors au premier type (à un facteur près). *Si* $s = -1$ *et* $m_1 = 2\mu$, on peut annuler les A^{ij} où $i \neq j$ et les a_{kl}^{jj} où $k < \mu$ et $l \leqq \mu$; la matrice des a_{kl}^{jj} où $k = 1, \ldots, \mu$ et $l = \mu + 1, \ldots, m_1$ est alors (à un facteur près) la somme de deux matrices d'ordre μ, l'une du premier, l'autre du second type. *Dans tous les autres cas*, on annulera les A^{ij} où $i \leqq j$ sauf les $A^{2j-1,2j}$ qu'on réduit au premier type : les A^{ij} où $i > j$ sont déterminés par les autres d'après $\bar{a} = \alpha a$.

Si $\bar{a} = \alpha \dot{a}$, on obtient des résultats analogues, en prenant toutefois $a\dot{s}^{\frac{1}{2}}$ pour a lorsque $|s| = 1$.

4. Si $\mathfrak{S}$ est quelconque (je supposerai alors que $\beta = \alpha$ si $\bar{a} = \pm a$ ou $\bar{a} = \beta\alpha$ et que $\beta = \dot{\alpha}$ si $\bar{a} = \dot{a}$ ou $\bar{a} = \beta \dot{a}$), *après la réduction d'une forme bilinéaire jouant le rôle de* A_{11}^{1m}, *réduction qui dépend de* $\mathfrak{S}$, *on est toujours ramené à l'un des problèmes précédents dans le champ* $\mathfrak{K}$.

5. Le cas où a est une forme quadratique inaltérée par α, $\mathfrak{S}$ ayant le module 2, se ramène au cas des formes hermitiennes, sauf que celles des conditions $a_{kl}^{jj} = a_{k,l-1}^{jj} + a_{k-1,l}^{jj}$ où figure un élément de la diagonale sont remplacées par d'autres. On voit alors facilement la forme du changement de variables qui canonise a; et la forme que prend α permet d'appliquer de suite le critère de M. Dickson à la démonstration du théorème de M. Jordan (*J. M.*, 1905) sur les substitutions paires, $\mathfrak{S}$ ayant l'ordre 2^K, $K \geqq 1$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux dérivées partielles des membranes vibrantes.* Note de M. S. SANIELEVICI, présentée par M. E. Picard.

1. On connaît l'intérêt qui s'attache, en Physique mathématique, à l'équation

$$(1) \qquad \Delta u + \lambda A(x, y) u = 0 \qquad \left(\Delta \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right).$$

L'un des problèmes fondamentaux qui se posent est d'en chercher *une intégrale continue ainsi que ses dérivées premières dans un domaine fermé simplement connexe* (R) *et s'annulant sur sa frontière* C.

La fonction donnée $A(x, y)$ étant supposée *positive* dans ce domaine, le problème a été résolu surtout par les recherches de Schwarz et de MM. Picard et Poincaré. Il a été établi que l'intégration de (1) dans les conditions voulues n'est possible que pour une infinité *discontinue* de valeurs positives de λ, les « constantes caractéristiques », qu'on peut trouver par un calcul régulier.

Dans les recherches citées, l'hypothèse $A(x, y) > 0$ est essentielle. Il n'existe, à ma connaissance, d'autre essai de s'affranchir de cette supposition restrictive que celui de M. Mason (*Journal de Jordan*, 1904), qui, par certaines considérations de minimum, se borne simplement à démontrer l'existence des constantes caractéristiques, sans nous apprendre à les calculer effectivement. Or, en rattachant cette question à la théorie des équations intégrales, j'ai pu éliminer des raisonnements toute hypothèse sur le signe de $A(x, y)$.

2. Soient $G(x, y; \xi, \eta)$ la *fonction de Green* attachée au contour C, et $u_0(x, y)$ la fonction harmonique prenant sur C une succession donnée de valeurs; l'intégration de (1) moyennant la condition $u = u_0$ (sur C) est ramenée à l'équation de Fredholm,

$$(2) \qquad u(x, y) - \frac{\lambda}{2\pi} \iint_{(R)} G(x, y; \xi, \eta) A(\xi, \eta) u(\xi, \eta) \, d\xi \, d\eta = u_0(x, y).$$

L'intégrale cherchée est donc une fonction méromorphe de λ, dont les pôles se trouvent parmi les « constantes caractéristiques » de (1). On démontre aisément que ces constantes sont *réelles* et que les pôles de $u(x, y)$ sont *simples*.

Pour démontrer l'existence effective et en nombre infini des constantes caractéristiques, soit, en mettant en évidence le paramètre,

$$(3)\qquad u(x,y;\lambda)=u_0(x,y)+\lambda u_1(x,y)+\lambda^2 u_2(x,y)+\ldots+\lambda^n u_n(x,y)+\ldots.$$

Les fonctions $u_n(x,y)$ se calculent par les formules récurrentes

$$(4)\qquad \Delta u_n+A(x,y)\,u_{n-1}=0,\qquad u_n=0 \text{ sur } C\qquad (n=1,2,\ldots).$$

Si nous démontrons que la série (3) est à convergence limitée, l'existence d'au moins une constante caractéristique sera établie. Or, considérons la fonction

$$\Phi_1(\lambda)=\iint_{(R)} A(x,y)\,u_0(x,y)\,u(x,y;\lambda)\,dx\,dy.$$

Elle est méromorphe et n'admet d'autres pôles que ceux de $u(x,y;\lambda)$. Développons-la autour de $\lambda=0$:

$$(5)\qquad \Phi(\lambda)=\sum_0^\infty \lambda^n w_n,\qquad w_n=\iint_R A(x,y)\,u_0(x,y)\,u_n(x,y)\,dx\,dy.$$

La formule

$$w_{2n-1}=\iint_{(R)}\left[\left(\frac{\partial u_n}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial u_n}{\partial y}\right)^2\right]dx\,dy$$

montre que les constantes w à indice impair sont positives; on en conclut, par le procédé de Schwarz, qu'on a

$$\frac{w_3}{w_1}<\frac{w_5}{w_3}<\ldots<\frac{w_{2n+1}}{w_{2n-1}}<\ldots.$$

Ces inégalités prouvent que les séries (5) et (3) sont à convergence limitée.

3. Réciproquement, soient λ_1 la « constante caractéristique » la plus petite en valeur absolue (ou l'une d'elles) et z_i les intégrales correspondantes :

$$\Delta z_i+\lambda_1 A(x,y)\,z_i=0,\qquad z_i=0 \text{ sur } C\qquad (i=1,2,\ldots,p).$$

La succession de valeurs le long de C étant quelconque, les séries (3) et (5) divergent pour $|\lambda|>|\lambda_1|$. Il suffit pour cela qu'on n'ait pas

$$\iint_{(R)} A(x,y)\,z_i(x,y)\,u_0(x,y)\,dx\,dy=0,\qquad \text{c'est-à-dire}\qquad \int_C u_0\frac{dz_i}{dn}\,ds=0,$$

$\frac{d}{dn}$ désignant la dérivée suivant la normale intérieure à C.

On est ainsi ramené à l'étude de la série (5). Deux circonstances peuvent se présenter :

a. $\frac{w_n}{w_{n-1}}$ tend vers une limite. Il y a alors un seul pôle sur le cercle de convergence de (3) et (5), soit $\lambda = \lambda_1$. Si l'on désigne par $z_1(x, y)$ le coefficient de $\frac{1}{1-\frac{\lambda}{\lambda_1}}$ dans $u(x, y; \lambda)$, on a

$$\frac{1}{\lambda_1} = \lim_{n=\infty} \frac{w_n}{w_{n-1}}, \qquad z_1(x, y) = \lim_{n=\infty} \lambda_1^n u_n(x, y).$$

b. $\frac{w_n}{w_{n-1}}$ ne tend vers aucune limite. Il y a alors deux pôles, λ_1 et $\lambda_2 = -\lambda_1$. Soient $z_1(x, y)$ et $z_2(x, y)$ les coefficients de $\frac{1}{1-\frac{\lambda}{\lambda_1}}$ et $\frac{1}{1-\frac{\lambda}{\lambda_2}}$; on a, dans ce cas,

$$\frac{1}{\lambda_1^2} = \lim_{n=\infty} \frac{w_{2n+1}}{w_{2n-1}}, \qquad z_1 - z_2 = \lim_{n=\infty} \lambda_1^{2n+1} u_{2n+1}, \qquad z_1 + z_2 = \lim_{n=\infty} \lambda_1^{2n} u_{2n}.$$

En retranchant de $u(x, y; \lambda)$ les parties principales relatives à ces pôles, on pourra appliquer de nouveau le mécanisme des constantes de Schwarz et ainsi de suite.

J'ajoute qu'avec des modifications convenables la méthode est applicable aux conditions à la limite $\frac{du}{dn} - ku = 0$ et $\frac{du}{dn} = 0$.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les flocculi de l'hydrogène photographiés avec les raies* H_α *et* H_δ. Note de M. **G.-A. Hale**.

Nous avons fait des photographies des flocculi de l'hydrogène par tous les temps clairs depuis octobre 1905 avec le télescope Snow et le spectrohéliographe de 5 pieds.

A Yerkes, nous avions trouvé que les raies H_β, H_γ et H_δ donnaient des résultats fort analogues, malgré de légères différences. Au Mont Wilson, on a régulièrement employé H_δ en partie à cause de sa proximité de la raie H du calcium (on peut ainsi utiliser pour les deux raies la même paire de fentes; la différence de courbure de H_δ peut se compenser en sortant légèrement les prismes du minimum de déviation).

En mars 1908, il est devenu possible, au moyen de nouvelles plaques Wallace *Pan-iso,* d'obtenir des clichés du Soleil avec H_α. Nous avons aussitôt

reconnu que les flocculi brillants apparaissaient sur ces clichés à des points où avec H_δ aucun objet correspondant ne se montrait. De plus, les flocculi sombres H_α, tout en s'accordant en général comme position et forme avec ceux de H_δ, sont plus intenses et plus étendus. Parfois cependant de petites régions paraissent sombres avec H_δ qui sont absentes ou plus faibles avec H_α. Ainsi l'hydrogène semble, dans des régions contiguës de la surface solaire, être dans certaines de ces conditions particulières qui produisent les différences d'intensités relatives des raies chez les nébuleuses, les étoiles de Wolf-Rayet et d'autres types spéciaux.

Nous avons ensuite photographié la chromosphère et les protubérances du bord avec les raies H_α et H_δ. Les images données par ces raies concordent étroitement comme forme, mais H_δ ne révèle que les parties les plus brillantes des protubérances.

Les images H_β et H_γ sont d'une intensité intermédiaire, mais elles partagent la faiblesse de H_δ. Par suite de sa grande intensité, H_α donne de meilleures épreuves des protubérances que H et K du calcium.

Beaucoup des flocculi d'hydrogène, quand la rotation solaire les amène au bord du disque, coïncident en position avec les protubérances. Quand on les photographie sur le disque, il n'y a que les portions les plus intenses (les plus basses en général) des protubérances qui soient assez fortes pour paraître sous forme de flocculi brillants ou sombres en lumière H_δ. H_α dépasse tellement cette dernière raie en intensité que même les parties supérieures des protubérances peuvent, par son emploi, être photographiées en projection sur le disque. Elles apparaîtront alors brillantes ou sombres selon que leur température est plus élevée ou plus basse que celle des gaz sous-jacents (en supposant applicable la loi de Kirchhoff et petit l'effet de la diffusion, hypothèses qui peuvent ne pas être justifiées).

Depuis 1903, époque où ont été obtenus les premiers clichés du spectrohéliographe Rumford, nous avons remarqué que les flocculi d'hydrogène H_δ montrent, en général, une finesse de structure que n'ont pas ceux du calcium; on en verra des exemples dans l'*Astrophysical Journal*, Volume XIX, planches X et XII. Les résultats que nous venons de citer montrent que, dans l'atmosphère solaire, la hauteur où des courants et des tourbillons peuvent être photographiés en lumière H_δ doit dépendre de l'intensité de cette raie dans les protubérances. Puisque, en général, H_δ est faible dans la partie supérieure des protubérances, la plupart des courants de nos photographies sont ceux révélés par la structure de la chromosphère supérieure et les parties basses des protubérances.

La facilité avec laquelle les protubérances d'hydrogène peuvent se photographier dans toute leur étendue avec H_α sur le disque nous permet aisément de poursuivre nos recherches sur la circulation atmosphérique solaire. L'épreuve agrandie série B, n° 4, du 30 avril 1908 à $5^h 6^m$ du soir, montre les tourbillons solaires d'une manière très frappante. Les régions voisines de chaque tache solaire suggèrent fortement, par leur structure, l'idée de courants comme si, de toutes les directions, l'hydrogène était aspiré vers l'intérieur. Mais l'objet le plus remarquable est celui qu'on aperçoit à peu de distance du centre de la plaque; il semble qu'il y ait là une sorte de vaste tempête isolée, concentrique à un petit groupe de taches caché par un nuage d'hydrogène lumineux. Les protubérances entourant cette région (qui, pour la plupart, apparaissent sous forme de flocculi sombres) sont attirées vers le centre et leur aspect rappelle fortement l'idée d'un énorme tourbillon tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Une épreuve directe du Soleil prise le 30 avril montre un groupe de petites taches près du centre de cette région et un cliché H_2 révèle, au-dessus des taches, un grand flocculus de calcium; celui-ci n'offre rien d'anormal et ne laisse voir ni mouvements, ni lignes de courant, probablement parce qu'il est au-dessous du niveau où l'on en peut voir.

On a prouvé récemment par deux méthodes indépendantes ([1]) que l'hydrogène de l'atmosphère solaire n'obéit pas à la loi de rotation qui gouverne les mouvements des taches et des flocculi de calcium H_2. L'hydrogène semble tourner à toutes les latitudes avec la même vitesse angulaire, alors que le calcium H_2 et les autres vapeurs des couches basses montrent comme les taches une diminution marquée de la vitesse angulaire de l'équateur aux pôles. D'après les résultats spectrographiques d'Adams, les vapeurs de la couche renversante ont une vitesse de $2^{km},08$ à l'équateur et de $1^{km},67$ à la latitude 30°.

Pour l'hydrogène, cependant, Adams trouve une vitesse pratiquement constante de $2^{km},15$ à toutes les latitudes. Les vitesses des flocculi H_2 de calcium décroissent de $2^{km},0$ à l'équateur à $1^{km},7$ à la latitude 32°,5. Les flocculi d'hydrogène H_δ ont une vitesse d'environ 2^{km} à toutes les latitudes. Ainsi, tandis que, pour une raison encore inconnue, les flocculi semblent se

([1]) ADAMS, *Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory*, n° 24; *Astrophysical Journal*, vol. XXVII, avril 1908, p. 213-218. — HALE, *Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory*, n° 25; *Astrophysical Journal*, vol. XXVII, avril 1908, p. 219-229.

mouvoir moins vite que l'atmosphère gazeuse dans laquelle ils flottent, les deux méthodes sont d'accord pour montrer que l'hydrogène des couches supérieures échappe à l'influence retardatrice subie par les taches et les vapeurs basses [1].

Les clichés du Soleil pris avec la raie H_α le 29 avril après-midi et le matin du 30 ont un aspect analogue à celui de l'agrandissement qui les accompagne. L'énorme flocculus sombre de l'hémisphère austral [2] et les formes significatives des protubérances qui entourent la vaste région troublée apparaissent sur ces clichés. Il est évident que, les conditions atmosphériques devenant à présent meilleures (avec la fin de la saison pluvieuse), nous pouvons espérer être en mesure d'étudier de plus près ces apparences tourbillonnaires de l'atmosphère du Soleil. C'est ainsi qu'il serait possible de mettre à l'épreuve les théories solaires de Faye et d'Emden qui, toutes deux, attribuent les taches à des tourbillons. Sous ce rapport on étudiera en détail l'influence du changement de loi de rotation quand on passe des couches hautes aux couches basses, ainsi que l'effet du frottement à la base de l'atmosphère d'hydrogène, effet qui augmente au nord et au sud de l'équateur.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La dispersion apparente de la lumière dans l'espace interstellaire.* Note de M. **Pierre Lebedew**, présentée par M. H. Poincaré.

Pour expliquer la découverte intéressante de M. Ch. Nordmann [3], confirmée par M. G. Tikhoff [4], que l'époque du minimum d'une étoile variable observé dans les rayons rouges du spectre devance de quelques minutes le minimum observé dans les rayons violets, ces deux savants admettent que dans l'espace interstellaire la lumière subit une dispersion comparable à la dispersion dans l'air atmosphérique de 7^{mm} de pression à $0°C$.

(1) Il semble probable que l'hélium et le calcium H_3, qui tous deux atteignent de grandes hauteurs, donneront la même loi de rotation que l'hydrogène.

(2) On le voit aussi comme un objet sombre H_3 sur la photographie correspondante du calcium.

(3) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 266 et 383.

(4) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 570. — *Mitteil. d. Nikolaisternwarte in Pulkowo*, n° 11, 1908.

Cette explication, si simple qu'elle paraisse, a le grand inconvénient d'être en contradiction avec les faits de la Science moderne : nous ne pouvons pas attribuer ladite dispersion à une matière gazeuse ordinaire dans laquelle la dispersion est intimement liée à l'absorption, parce que la théorie de la lumière (¹) exige dans ce cas une absorption si grande que nous ne pourrions pas voir les astres, ni même notre Soleil ; nous ne pouvons, non plus, attribuer ce rôle à l'éther lui-même sans renverser toutes nos théories électromagnétiques.

La découverte de M. Nordmann peut être expliquée sans recourir à la dispersion de la lumière dans l'espace interstellaire, si nous cherchons les causes de la différence des époques dans les propriétés physiques de l'étoile variable. Les recherches astrophysiques montrent que les variations de l'éclat sont produites par le passage d'un satellite devant l'astre observé, et la différence de l'affaiblissement de la lumière dans les différentes régions du spectre (²) montre que le satellite est entouré d'une atmosphère gazeuse étendue qui absorbe la lumière de l'astre central : il suffit de faire l'hypothèse que l'atmosphère du satellite est distribuée un peu asymétriquement par rapport au centre du satellite et qu'elle est déplacée dans la direction de son orbite, asymétrie qui peut être le résultat de la rotation axiale et de l'échauffement par radiation de l'astre central ; la différence des époques des minima pour la lumière rouge et la lumière violette en résulte d'elle-même. Un pareil cas est réalisé dans notre système planétaire pour un observateur sur la surface de la Lune pendant une éclipse : les époques des minima observés pour $\lambda = 6^{\mu},5$ (bande d'absorption de la vapeur d'eau dans l'infra-rouge) et pour $\lambda = 0^{\mu},5$ (transparent) seraient différentes, parce que l'humidité de l'atmosphère de la Terre du côté du soir est plus grande que du côté du matin. Pour la lumière absorbée par la vapeur d'eau de notre Terre, cette différence des époques ne dépasserait, pour la Lune, qu'une fraction de seconde; mais, dans l'atmosphère étendue d'un satellite qui tourne dans le voisinage immédiat de l'astre central, les perturbations sont beaucoup plus grandes et deux rayons de lumière absorbés inégalement dans cette atmosphère peuvent donner des minima dont les époques diffèrent de quelques minutes.

La découverte de M. Nordmann ne peut pas servir à la recherche de la

(¹) Voir PLANK, *Ber. d. Berl. Akad.*, 1904, p. 740.

(²) Voir SCHWARZSCHILD, *Public. d. Kuffner'schen Sternwarte*, t. V, 1900, et TIKHOFF, *loc. cit.*, p. 165.

dispersion de la lumière dans l'espace interstellaire, même si cette dispersion avait la valeur énorme admise par M. Nordmann, car la méthode est basée sur l'hypothèse que les atmosphères des satellites des étoiles variables sont rigoureusement symétriques, hypothèse qui ne peut pas être vérifiée d'une manière indépendante.

PHYSIQUE. — *Dispositif pour l'étude de la sensibilité des détecteurs électrolytiques.* Note [1] de M. **P. Jégou.**

Les études entreprises ces temps-ci sur le détecteur électrolytique, couramment employé maintenant dans la télégraphie sans fil, ont eu pour principal objet d'examiner si sous certaines influences physiques ou si dans certaines associations de deux ou plusieurs électrolytiques il n'y aurait pas manifestation d'augmentation de sensibilité du détecteur.

On admet alors que l'expérience sera favorable si dans les mêmes conditions d'émission, de distance, etc., le son rendu au téléphone augmente; ceci suppose, comme l'indique M. Branly dans sa Communication sur ce sujet [2], que l'oreille garde le souvenir de la valeur ou force du son rendu par les récepteurs téléphoniques avant que l'on soumette le détecteur à l'influence à étudier. C'est là une difficulté qui enlève beaucoup de précision aux expériences, car, à moins que l'action ne soit très nette, on peut involontairement être induit en erreur en appréciant un son rendu un peu plus fort qu'un autre entendu précédemment.

Dans le but d'obtenir plus de précision dans ces expériences, voici le dispositif auquel j'ai songé et que j'ai appliqué, en passant, à une des expériences relatées par M. Branly.

Dans des essais j'ai, depuis bientôt un an, reconnu qu'il était possible d'agir sur les téléphones indirectement, c'est-à-dire en plaçant l'induit en fil fin (150^{ω}) d'un transformateur ou bobine d'induction genre téléphonique en circuit avec l'électrolytique à la place des téléphones, et le gros fil (1^{ω}) en connexion avec les récepteurs téléphoniques. Ceux-ci, dans ces conditions, rendent le son habituel, un peu affaibli, quand le détecteur est exposé à l'action des ondes. Les connexions inverses ne donnent absolument rien; c'est l'enroulement fil fin qui est l'inducteur et l'enroulement fil gros l'induit.

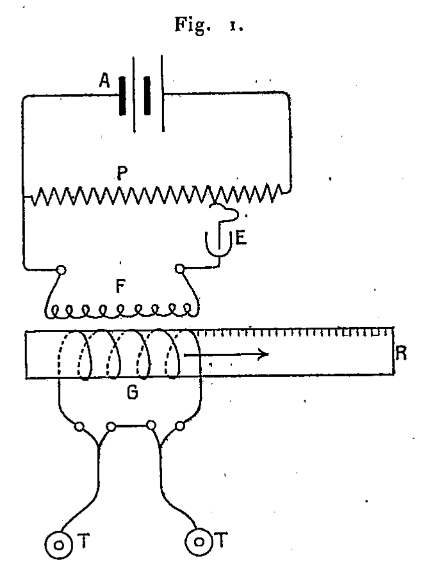
---

(1) Présentée dans la séance du 9 juin 1908.

(2) *Comptes rendus*, 9 mars 1908.

C'est en me basant sur cette propriété que j'ai fait construire [1] une bobine genre téléphonique dont le noyau à gros fil (1^{ω}) était mobile par rapport au noyau à fil fin (150^{ω}). L'écart peut être réglé par une vis molletée qui en tournant fait agir un pas de vis qui entraîne le noyau gros fil le long d'une tige de cuivre centrale remplie de fils de fer doux et graduée en millimètres. Le noyau porte un vernier pour apprécier le dixième de millimètre de déplacement.

Fig. 1.



A, accumulateurs de 4^{volts}; P, potentiomètre; E, détecteur électrolytique.
F, enroulement à fil fin du transformateur.
G, enroulement à fil gros du transformateur.
T, téléphones.
R, règle graduée sur laquelle glisse l'enroulement G dans le sens de la flèche.

La façon d'opérer se conçoit alors immédiatement : pour une émission donnée, on cherche la distance convenable entre les deux enroulements qui convient pour faire disparaître tout bruit aux téléphones intercalés dans le circuit à gros fil, tandis que le circuit à fil fin est placé à la place couramment occupée par les téléphones dans la réception électrolytique actuelle. Quand ce réglage est exactement fait, on note la division de la règle correspondante.

Si, après cette opération, on soumet l'électrolytique à l'inflence désirée, on vérifiera, dans le cas où il y a vraiment augmentation de sensibilité, que les téléphones rendent maintenant un son, qui peut être à son tour éteint par un nouvel écart entre les deux bobines, ce qui permet de faire une seconde lecture, et ainsi on peut se mettre à l'abri de toute erreur involontaire et même joindre des nombres à l'appui de ses essais, ce qui est bien fait pour mieux fixer les idées sur ces expériences.

---

(1) Chez M. Mambret.

Voici les nombres recueillis au cours de l'essai entrepris pour étudier avec ce dispositif la propriété, signalée par M. Branly, relative à l'augmentation de sensibilité du détecteur électrolytique sous l'influence de la chaleur :

1° A la température extérieure 12° : extinction du son pour l'écart........ 30mm
2° A 60° un maximum : extinction du son pour l'écart.................... 56mm

PHYSIQUE. — *La Photographie de la parole.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. H. Poincaré.

L'étude de la voix humaine et des vibrations sonores qui la composent est une question assez difficile qui, depuis longtemps, a attiré l'attention des chercheurs. Les procédés employés tout d'abord, résonateurs avec ou sans flammes manométriques, cylindres ou plaques de phonographes, ont donné des résultats assez incertains, les premiers parce que la méthode comporte en elle-même peu de précision, les deuxièmes parce que les tracés recueillis sont de bien petite dimension.

On a songé depuis quelque temps à utiliser les courants microphoniques (1). Ces courants reproduisent, en effet, à des distances assez grandes, et malgré les déformations introduites par les appareils de transmission et de réception, la voix humaine avec assez de fidélité pour que non seulement elle soit compréhensible, mais encore pour que le timbre en soit conservé. Il semble donc que le microphone est l'appareil le plus commode et le plus parfait pour étudier la voix humaine.

Nous indiquons ci-dessous les résultats que nous ont donnés nos premières recherches en ce sens. Nous avons employé un dispositif expérimental très simple, consistant à photographier les mouvements d'un oscillographe placé dans le circuit d'un microphone et d'une pile. L'impédance de l'oscillographe est absolument négligeable et ne peut apporter aucun trouble dans le phénomène à étudier.

Voyelles. — Les sons les plus commodes à étudier sont ceux qui correspondent aux voyelles. On peut les émettre d'une manière continue et régulière pendant un temps très appréciable, et en tout cas suffisant pour les photographier.

On constate tout d'abord que la courbe obtenue présente une périodicité correspondante à la note musicale sur laquelle la voyelle est émise. Cette

(1) M. Blondel, *Comptes rendus*, 11 novembre 1901.

note était d'environ 160 vibrations doubles par seconde dans nos expériences; les clichés contenaient environ quinze périodes complètes, et leur examen nous a conduit aux conclusions suivantes :

1° Les différentes périodes sont identiques entre elles, ce qui semble indiquer que le tracé enregistré ne contient que des harmoniques du son fondamental. Les vibrations propres des plaques microphoniques semblent donc absentes, au moins celles qui ne sont pas des harmoniques du son étudié.

2° Les tracés sont toujours les mêmes, si l'on a soin de prononcer les voyelles de la même manière. Pour I et U, cette condition est facile à réaliser; il n'en est pas de même pour les autres; mais nous nous sommes efforcé de prononcer A, O, É comme on le fait généralement dans les mots : pâte, côte, été. La voyelle la plus difficile à émettre d'une manière uniforme est l'E muet, parce que ce son est mal défini.

3° Les tracés obtenus par différentes personnes ont des particularités propres à la voix de chaque expérimentateur, et ne sont pas, pour les mêmes voyelles, absolument semblables.

4° Les différents microphones, du moins ceux qui sont reconnus bons pour la téléphonie à grande distance, donnent les mêmes résultats, qu'ils soient à grenaille ou à crayon. Les microphones horizontaux (à pupitre) donnent des courbes inverses des microphones verticaux. En effet, une pression brusque sur la membrane mobile doit, pour les premiers, diminuer la pression des crayons sur leurs supports et agir en sens inverse pour les seconds. A une augmentation de résistance pour les premiers correspond une diminution pour les seconds.

Harmoniques et différences de phases. — Sur ces différents tracés, nous avons recherché les harmoniques en employant un procédé graphique assez simple. Nous avons commencé par agrandir considérablement les clichés au moyen de la projection. On constate ainsi que les dentelures si marquées des courbes sont équidistantes les unes des autres On en conclut que les sommets correspondent à un harmonique très apparent, qu'on peut facilement éliminer après quelques tâtonnements; en diminuant d'une quantité constante les ordonnées de ces sommets, on a des points de la courbe sous-jacente qu'on complète sans difficulté. On agit de la même façon sur la nouvelle courbe et l'on arrive ainsi, de proche en proche, au son fondamental.

En opérant ainsi, nous avons pu mettre en évidence les principaux harmoniques, leurs amplitudes et leurs déphasages. Le Tableau qui suit résume ces résultats :

	A.				O.			E muet.			É accentué.			U.			I.		
Harmoniques	1	2	4	6	1	3	5	1	3	8	1	2	12	1	2	9	1	2	13
Amplitude ...	1,0	1,7	3,0	4,8	1,0	2,4	4,2	1,0	1,5	2,0	1,0	5,5	6,0	1,0	2,0	1,5	1,0	4,2	2,8
Phase........	0	+90	+90	−90	0	0	+180	0	−80	+180	0	−180	−90	0	+90	+90	0	0	+90

Nous devons ajouter que parfois il semble que certains harmoniques sont affectés dans la période d'un amortissement sensible. Tel est le cas pour le 13^e harmonique de l'I et le 12^e de l'É accentué.

D'une façon générale le son fondamental est moins intense que les harmoniques. Le deuxième domine dans I, U et É, et des harmoniques plus élevés dans A, O et E. Chaque voyelle a donc une note qui lui est spéciale, une *vocable*, comme on l'a appelée, mais cette vocable est non pas une note particulière de la gamme qui distingue la voyelle, mais un harmonique du son fondamental.

La parole en général. — En employant, au lieu d'une plaque photographique, une pellicule enroulée sur un cylindre, on peut enregistrer des phénomènes de plus longue durée.

Si l'on prononce une succession de voyelles, on remarque que chacune d'elles comprend, en dehors de son régime régulier, une période initiale et une période finale de quatre à cinq vibrations pendant lesquelles le son se développe et disparaît.

S'il s'agit de syllabes, la présence des consonnes modifie le tracé des voyelles pendant quatre à cinq périodes. Les consonnes paraissent pouvoir se diviser en deux groupes. Les unes, comme B et M, modifient le début du tracé de la voyelle en l'incurvant au-dessus ou au-dessous de la ligne médiane; les autres, comme C et T, donnent au début de la syllabe un tracé nettement différent de la voyelle. D'une façon générale, ces particularités n'embrassent pas plus de quatre à cinq périodes. Si rapide que soit la parole, on ne peut guère émettre plus de dix syllabes par seconde, ce qui donne environ vingt vibrations par syllabes. Dans une syllabe il y aura donc toujours, en dehors du début et de la fin, une dizaine de périodes pendant lesquelles le régime sera régulier et correspondra à celui de la voyelle seule. Ce sera donc, aussi bien pour la téléphonie que pour l'audition en général, la partie la plus importante du phénomène. Cette remarque montre le rôle prépondérant que jouent les voyelles et l'attention spéciale qu'il faudra leur consacrer dans les problèmes de transmission ou d'enregistrement de la parole.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les raies ultimes des métalloïdes : tellure, phosphore, arsenic, antimoine, carbone, silicium, bore.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, 21 mai 1907) j'ai fait connaître les raies *ultimes* d'un certain nombre de métaux, c'est-à-dire

celles qui persistent le plus longtemps et sont les dernières à disparaître, quand la teneur du corps qui les émet dans l'étincelle condensée va en décroissant indéfiniment dans les composés successivement étudiés. Ces raies ultimes, qui caractérisent les corps en faible proportion, sont des lignes de basse température, résistant à l'intercalation de fortes self-inductions, et appartenant aux spectres d'arc. La plupart d'entre elles ont été décelées dans la flamme du chalumeau oxyhydrique.

On pouvait prévoir que les métalloïdes pourraient être répartis au point de vue des raies ultimes, et par conséquent de leur sensibilité à l'analyse spectrale, en deux groupes :

1° Métalloïdes donnant des spectres d'arc, susceptibles de présenter dans l'étincelle des raies ultimes, peu nombreuses et sensibles : tellure, phosphore, arsenic, antimoine, carbone, silicium, bore ;

2° Métalloïdes dont on n'a pu, jusqu'ici, obtenir de spectres d'arc, et dont le spectre d'étincelle disparaît rapidement avec la teneur, les raies les plus fortes persistant à peine plus que les autres : fluor, chlore, brome, iode, oxygène, soufre, sélénium, azote.

Je me suis proposé de vérifier l'exactitude de cette répartition des métalloïdes, et je me suis attaché à la recherche de leurs raies ultimes, que j'ai reconnues par les procédés photographiques, seuls applicables dans la région du spectre où elles se trouvent. J'ai déjà décrit (*Comptes rendus*, 22 juillet 1907) les dispositifs et les appareils dont je fais usage pour ce genre de travaux. J'ai réuni ainsi un grand nombre de clichés de minéraux, obtenus depuis plusieurs années déjà par l'analyse spectrale directe, et, d'autre part, j'ai pris les spectres de composés de plomb ou d'étain contenant des proportions décroissantes, parfois jusqu'au $\frac{1}{100000}$, des métalloïdes étudiés, en partant d'alliages ou de composés à 10 pour 100 (1).

Les deux séries d'observations ont donné les mêmes résultats, des teneurs égales étant représentées par les mêmes raies dans les minéraux et dans les alliages, et les raies ultimes persistant dans toutes les conditions, à cette réserve près qu'elles ne soient pas masquées par des raies dues au corps prédominant dans le composé dissocié. Mes prévisions ont été confirmées et voici les raies ultimes des métalloïdes du premier groupe :

Tellure. — Le doublet (2385,9; 2383,4) présente une très grande sensibilité; il est

(1) Je tiens à remercier ici M. R. Biquard, principalement, et M. M. Drecq pour le concours qu'ils m'ont successivement donné dans la préparation des alliages et la prise des clichés.

encore nettement visible sur les clichés avec du plomb à $\frac{5}{10000}$ de tellure, et la raie 2385,9 se voit encore pour $\frac{1}{10000}$. Les tellurures minéraux, Nagyagite et Tétradymite, donnent, avec une grande intensité, le spectre de lignes du tellure.

Phosphore. — Le spectre de ce métalloïde est mal connu et a été très peu étudié dans l'ultra-violet. MM. Exner et Haschek n'ont pu obtenir son spectre d'étincelle, mais ils donnent son spectre d'arc; ce sont les principales raies de celui-ci qui, comme on pouvait le prévoir, forment les raies les plus sensibles du spectre d'étincelle que j'ai obtenu, d'abord avec du phosphure d'étain, puis avec du carbonate de lithium fondu, additionné d'une goutte de PO^4H^3, et enfin avec une solution du même acide et avec l'appareil à tubes capillaires en silice que j'ai proposé pour l'étude des spectres des liquides (*Comptes rendus*, 9 décembre 1907). On obtient, de toute manière, les deux doublets (2555,0; 2553,4) et (2535,8; 2534,1) très nets, les raies 2553,4 et 2535,8 paraissant les plus vives et les plus persistantes. J'ai trouvé, en outre, dans le phosphure d'étain des lignes suivantes que je considère comme appartenant au phosphore 2563,2; 2562,1; 2539,1. Ces deux dernières paraissent les mêmes que celles du spectre de la vapeur de phosphore en tube de Plücker, d'après l'Atlas de MM. Hagenbach et Konen.

Arsenic. — Non seulement les arséniures, mais plusieurs autres espèces minérales, les antimoniures principalement, montrent les raies de l'arsenic dont les ultimes sont 2349,8; 2780,4; 2288,2, cette dernière étant la plus persistante et se retrouvant dans beaucoup de galènes et dans les échantillons des divers plombs du commerce. La sensibilité de ces raies paraît voisine du $\frac{1}{10000}$.

Antimoine. — Les raies 2598,2; 2311,6; et aussi 2528,6, un peu moins sensible que les précédentes, sont extrêmement répandues dans les spectres des minéraux; je les ai rencontrées dans presque toutes les galènes, dans tous les échantillons d'arsenic les mieux purifiés et dans tous les arséniures. Leur sensibilité me paraît supérieure à celle de l'arsenic.

Carbone. — La raie 2478,7 est de beaucoup la plus sensible du spectre du carbone. Présente, bien entendu, dans tous les clichés de sels fondus, elle se retrouve dans ceux des métaux, comme le plomb par exemple, qui ont été réduits par le charbon. Je l'ai toujours trouvée dans tous les clichés du silicium.

Silicium. — M. W.-N. Hartley (*Roy. Soc. Proc. Lond.*, t. LXVIII, 1901, p. 109) a étudié, dans les solutions de silicate de sodium, la sensibilité du spectre du silicium, et reconnu, encore pour $\frac{1}{1000000}$, le groupe de six raies de 2528,6 à 2507,0, et la raie 2881,7. L'analyse spectrale directe m'a donné les mêmes lignes dans certaines galènes (Pribram) peut-être par suite d'inclusions quartzeuses, en tout cas régulièrement présentes sur les différents clichés. Ces raies paraissent aussi très sensibles dans les sels fondus, où je les ai souvent observées comme dues à des impuretés. Les dernières à disparaître semblent être 2881,7; 2528,6; 2516,2. La coïncidence de 2528,6 avec une raie de l'antimoine nécessiterait de nouvelles mesures plus précises.

Bore. — Les deux plus fortes raies du spectre d'étincelle du bore, obtenu par Eder et Valenta, sont aussi celles de l'arc : 2497,8; 2496,8. N'ayant pas réussi des essais de boruration des métaux, j'ai obtenu ces raies en faisant volatiliser par l'étincelle condensée des fragments d'un verre préparé en dissolvant de la litharge dans l'acide borique fondu. Elles sont venues, très fortes aussi avec le carbonate de sodium en fusion auquel

j'avais ajouté environ 1 pour 100 de bore, à l'état d'anhydride. Il faudra donc recourir à ce doublet pour la recherche spectrale du bore, mais je n'ai pu encore en déterminer la sensibilité limite.

Toutes les raies que je viens de donner appartiennent bien aux spectres de dissociation, et ont été obtenues avec une condensation de 0,1 microfarad et sans self-induction. Elles sont communes à l'arc et à l'étincelle, où l'intercalation d'une self ne les ferait pas disparaître. Elles rentrent donc bien dans la définition des raies ultimes telle que je l'ai donnée.

On remarquera que toutes ces lignes sont situées dans la partie la plus réfrangible de l'ultra-violet, pour laquelle le verre, flint ou crown, est absolument opaque. Pour les obtenir il faudra donc faire usage de spectrographes en quartz ou en spath, ou de réseaux concaves.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la solubilité de l'iodure d'argent dans l'ammoniaque*. Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Lors de mon étude sur l'action oxydante qu'exerce l'acide iodique sur une solution ammoniacale de bromure d'argent (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1097), j'ai dû, au début, pour suivre facilement la réaction et la transformation de l'acide iodique en iodure, me préoccuper de la solubilité de l'iodure d'argent dans l'ammoniaque.

Or les résultats des divers auteurs sur ce sujet sont peu concordants. Ainsi Martini (en 1829) a donné $\frac{1}{2510}$ pour le coefficient de solubilité dans une solution ammoniacale de densité 0,96. Avec une de densité 0,89, Wallace et Lamont (en 1859) ont trouvé $\frac{1}{2493}$ pour ce coefficient, et Pohl attribue à cette constante la valeur $\frac{1}{1975}$ dans le cas d'une liqueur ammoniacale pour laquelle $d = 0,986$.

D'après ces nombres, l'iodure d'argent aurait son maximum de solubilité dans l'ammoniaque la moins concentrée (Pohl), celle à 3,80 pour 100 en poids de gaz ammoniac [1], et d'autre part, ce qui est également assez peu vraisemblable, le coefficient de solubilité serait sensiblement le même pour des solutions à 9,9 pour 100 (Martini) et à 31,75 pour 100 (Wallace et Lamont).

En outre, aucun de ces auteurs, d'après les Notices bibliographiques que j'ai pu con-

---

[1] La teneur pour 100 en poids est calculée ici d'après le Tableau des densités de Lunge et Wiernick, établi pour 15°.

sulter, ne semble avoir indiqué la température à laquelle se rapporte la solubilité donnée. Or une simple expérience, faite en tube scellé pour parer à toute perte d'ammoniac, montre que cette solubilité de l'iodure d'argent augmente, pour une même liqueur ammoniacale, très sensiblement avec la température. Il est donc probable que les discordances entre les nombres précédents doivent déjà, au moins en partie, être dues aux écarts de températures auxquelles les déterminations ont été faites, même en faisant abstraction des erreurs qu'elles comportent dans le cas d'un corps aussi peu soluble que l'iodure d'argent, dont l'impureté la plus fréquente, le chlorure, est au contraire très soluble dans l'ammoniaque.

De plus, aucune étude n'ayant été faite avec l'ammoniaque, au degré de concentration où elle est livrée normalement par le commerce (environ 20 pour 100 en poids de gaz AzH^3, soit $d = 0,926$), et que j'ai employée exclusivement dans mes recherches, j'ai cru bon de déterminer, dans cette solution et pour une température donnée, le coefficient de solubilité de l'iodure AgI.

A cause de la faible solubilité de ce composé, j'ai employé la méthode par cristallisation, de préférence à celle (utilisée le plus souvent) de pesée du résidu laissé par évaporation d'un poids connu de liqueur saturée. La méthode revient à établir, par des approximations successives en plus ou en moins, les concentrations-limites pour lesquelles, à la température fixée, apparaît ou non dans le liquide un indice de cristallisation. Dans le cas de l'iodure d'argent, le procédé est facilement réalisable, grâce à l'extrême réfringence des cristaux du composé ammoniacal qui se forme dans ces conditions et dont la moindre parcelle en suspension dans la liqueur donne lieu à des jeux de lumière très brillants et parfaitements nets.

Pour cette opération, dans un tube fermé à l'une de ses extrémités, et étranglé à l'autre pour le sceller rapidement au moment voulu, on introduit un volume déterminé de solution titrée d'iodure de potassium *pur*, puis un léger excès de nitrate d'argent. On agite pour mélanger, on laisse déposer le précipité et l'on décante le liquide. On lave plusieurs fois à l'eau distillée dans le tube même, en décantant toujours après repos. Le poids des parcelles d'iodure (quantité presque insignifiante, si l'on opère avec un peu de soin) entraînées par les eaux de lavage permet, par différence, d'avoir celui du sel resté dans le tube.

On sèche par un courant d'air tiède, on introduit le volume voulu d'ammoniaque et l'on ferme le tube. On dissout alors l'iodure par agitation du liquide porté à 50°-60°, puis on laisse refroidir dans une enceinte à température fixe. En opérant ainsi en vase clos, il n'y a aucune perte possible d'ammoniac.

L'absence ou l'apparition de paillettes cristallines, au bout de 24 ou 48 heures, indique si le poids d'iodure mis en expérience se trouve en deçà ou au delà du poids que peut dissoudre, à la température donnée, le volume d'ammoniaque employé.

Quelques essais préliminaires m'ont fait reconnaître de suite que, à 16° et dans l'ammoniaque de densité 0,926, la solubilité de l'iodure était notablement moindre que celle indiquée par les précédents auteurs. Sans vouloir m'astreindre à une détermination absolue, j'ai du moins fixé, de façon assez approchée, la valeur de cette constante. Les données expérimentales qui suivent en indiqueront le degré de précision.

Représentons par $\frac{1}{S}$ le coefficient de solubilité dans les conditions précitées; j'ai obtenu successivement :

1° Pour $0^{g},0214$ AgI dans 125^{cm^3}, en quelques heures dépôt cristallin.
Donc

$$S < \frac{125\,000 \times 0,926}{21,4} = 5408.$$

2° Pour $0^{g},0213$ AgI dans 175^{cm^3}, aucun cristal après 48 heures.
D'où

$$S > \frac{175\,000 \times 0,926}{21,3} = 7608.$$

3° Pour $0^{g},0217$ AgI dans 150^{cm^3}, aucun cristal après 48 heures.
D'où

$$S > \frac{150\,000 \times 0,926}{21,7} = 6400.$$

4° Pour $0^{g},0215$ AgI dans 140^{cm^3}, trace de cristallisation après 12 heures, sans augmentation sensible avec le temps.
Donc

$$S < \frac{140\,000 \times 0,926}{21,5} = 6029.$$

A 16°, dans l'ammoniaque de densité 0,926, la solubilité serait donc *environ de l'ordre* du $\frac{1}{6000}$, c'est-à-dire très inférieure à celle admise aujourd'hui.

J'ajouterai pour finir que le *sens* des écarts qui existent entre mes résultats et ceux des précédentes mesures s'oppose, en ce qui concerne mes essais, à toute idée d'erreur apportée par des phénomènes de sursaturation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure d'arsenic ammoniacal.* Note de MM. **Besson** et **Rosset**, présentée par M. Troost.

En 1890 l'un de nous [1], reprenant après plusieurs savants l'étude de l'action du gaz ammoniac sec sur le chlorure d'arsenic, conclut à l'existence d'une combinaison définie de composition $AsCl^3, 4NH^3$; plus récemment M. Hugo [2], faisant réagir l'ammoniac liquéfié sur $AsCl^3$ avec épuisement par l'ammoniac, conclut à la formation à basse température de NH^4Cl et d'amidure d'arsenic $As(NH^2)^3$; ce dernier corps se décomposait par élévation de température en imidure $As^2(NH)^3$, puis en azoture d'arsenic AsN.

Sans allusion aux combinaisons précédemment décrites, ces conclusions tendaient à laisser suspecter l'existence de combinaisons définies entre $AsCl^3$ et NH^3; nous nous sommes proposé d'examiner de plus près cette question, et, en particulier, si l'on devait considérer NH^3 liquide comme un simple dissolvant de NH^4Cl ou comme un réagent. Si l'on fait réagir NH^3 sec à l'état de gaz refroidi sur $AsCl^3$ refroidi à $-20°$, il se forme un corps solide de couleur jaune clair, qui, débarrassé de l'excès de NH^3 dans le vide phosphorique, correspond exactement à la composition $AsCl^3, 4NH^3$; ce corps se sublime complètement à 200° dans le vide, et plusieurs sublimations successives, avec tentatives de séparation de produits inégalement volatils, ont toujours donné une matière sublimée d'aspect corné, de couleur jaunâtre et répondant à la formule $2AsCl^3, 7NH^3$; c'est là la composition que Rose avait attribuée à la combinaison de $AsCl^3$ avec NH^3.

Examinons maintenant comment se comporte le produit primitif au contact de NH^3 liquéfié.

Si on liquéfie du gaz NH^3 au contact de la combinaison $AsCl^3, 4NH^3$, on constate aussitôt une décoloration totale de la matière qui devient parfaitement blanche, et cette décoloration subsiste même si l'on chasse NH^3.

Si l'on épuise la combinaison par NH^3 liq. au moyen d'un dispositif décrit dans une précédente Communication, on constate bien le départ de NH^4Cl dissous et entraîné par NH^3 liq. et un résidu blanc insoluble dont la composition se rapproche de celle de l'imidure.

Dans l'hypothèse où NH^3 liq. se comporterait comme un simple dissolvant de

[1] Besson, *Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 1258.
[2] Hugo, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 54.

NH^4Cl, à l'exclusion de toute action chimique, on devrait pouvoir régénérer le produit primitif par un mélange intime des parties solubles et insolubles dans NH^3 liq. Il n'en est rien, car, tandis que, comme nous l'avons dit précédemment, le produit primitif se sublime totalement à 200° dans le vide, le produit synthétique ne se sublime que très partiellement et laisse un important résidu amorphe; le produit primitif, projeté par fractions dans de l'acide sulfurique refroidi, se décompose quantitativement avec mise en liberté de $AsCl^3$, tandis que, dans les mêmes conditions, le produit synthétique ne donne qu'une faible quantité de $AsCl^3$.

Ces différences de propriétés, jointes au changement de teinte très net, nous conduisent à penser que NH^3 liq. ne se comporte pas comme un simple dissolvant, mais aussi comme un réagent.

Il est à noter que $AsCl^3$ peut aussi réagir sur $AsCl^3, 4NH^3$, et, si l'on épuise cette combinaison en tube scellé dans lequel on a fait le vide (avec chauffage de la partie inférieure du tube au bain de valvoline de 80° à 120°), il reste un résidu insoluble qui est NH^4Cl; quant au produit dissous dans l'excès de $AsCl^3$, son identité n'a pu être établie d'une façon précise.

Si l'on chauffe le liquide provenant de l'épuisement, à 100° dans le vide, pendant plusieurs heures, jusqu'à ce qu'il ne passe plus trace de $AsCl^5$ à la distillation, il reste un liquide sirupeux qui se prend par le refroidissement en une masse ressemblant à la colophane; sous cette forme, elle renferme As, Cl, N, H en proportions voisines de la composition $As^4Cl^5N^2H^4$; il paraît hors de doute que nous avions affaire à un mélange, mais les procédés usuels (action de la chaleur, des dissolvants, etc.) ne nous ont pas permis de pousser plus à fond son étude.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chloroiridates et les chloroiridites alcalins.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. Armand Gautier.

Au cours des recherches que je poursuis sur les combinaisons sulfuriques de l'iridium, j'ai eu à examiner les chloroiridites alcalins. J'ai été frappé de l'insuffisance ou de l'incorrection des données des traités ou dictionnaires de Chimie, relativement à ces sels.

Par exemple, à propos du chloroiridite de potassium, on trouve : dans Gmelin-Kraut, 6e édition, t. III, p. 1311, grands prismes rhombiques..., se transforme par efflorescence à chaud en une poudre vert clair; dans Wurtz, t. II, p. 128, cristaux prismatiques éclatants d'un vert foncé; dans le *Dictionnaire de l'Encyclopédie chimique* de Frémy (3), t. XXX, p. 166, grands prismes vert olive..., quadratiques; dans le *Traité de Chimie* de Moissan, t. V, p. 915, grands prismes olives, quadratiques; etc.

Je demande la permission d'exposer mes observations sur ces sels. J'ai eu l'occasion de préparer un certain nombre de chloroiridates et chloroiridites nouveaux, savoir :

$$IrCl^6Cs^2, \quad IrCl^6Rb^3, H^2O, \quad IrCl^6Cs^3, H^2O,$$

et la série

$$IrCl^5(H^2O)K^2, \quad IrCl^5(H^2O)Rb^2, \quad IrCl^5(H^2O)Cs^2, \quad IrCl^5(H^2O)(NH^4)^2$$

du type $IrCl^5(H^2O)^2M^2$ *non encore étudié,* quoique prévu par Claus.

Les *chloroiridates* de K, Rb, Cs, NH^4 s'obtiennent par double décomposition avec le chloroiridate de sodium $IrCl^6Na^2 + 6H^2O$. Leur formule est du type $IrCl^6M^2$. Ceux de K, Na sont indiqués comme noirs; c'est exact; celui de NH^4, comme rouge noirâtre au noir rougeâtre, ce qui n'a lieu que si les cristaux sont petits, car, dès quelques dixièmes de millimètre, ils sont noirs. Le chloroiridate de Rb est rouge brun ou rouge brique suivant la dimension; celui de Cs est rouge vif, il se précipite toujours très ténu, vu son peu de solubilité. Au microscope, ces corps apparaissent comme des projections de cubes (carrés, rectangles, hexagones), noirs et opaques dès que leur dimension est suffisante (ordre de $0^{mm},01$); très petits, ils laissent passer une lumière rouge orangé. Leur solution aqueuse, diluée à moins de $\frac{1}{1000}$, est de teinte assez semblable à celle des chloroplatinates, pour paraître rouge, puis noire si la solubilité permet des concentrations plus fortes. Leur poudre est rouge brun à rouge vif, plus ou moins foncée suivant les sels.

Les *chloroiridites* de Na, K, NH^4 s'obtiennent avec une rapidité et une facilité remarquables par réduction au moyen de l'oxalate neutre correspondant des chloroiridates mis en suspension, ou dissous dans l'eau, et chauffés au bain-marie :

$$2IrCl^6M^2 + C^2O^4M^2 = 2IrCl^6M^3 + 2CO^2.$$

Carey Lea avait autrefois conseillé l'acide oxalique [*Silliman's American Journ.*, (2), t. XXXVIII, 1864, p. 81); les oxalates sont infiniment plus commodes à employer que les réactifs gazeux tels que H^2S, SO^2, NO, communément préconisés. Avec le sel de Na, une concentration convenable donne directement le sel très soluble

$$IrCl^6Na^3 + 12H^2O.$$

Au contraire, les sels de K et NH^4, du type $IrCl^6M^3$, sont dissociables aux concentrations où ils se déposent, et l'on obtient un mélange de sels di- et trimétalliques, résultant de la réaction réversible :

$$IrCl^6M^3 + H^2O \rightleftarrows IrCl^5(H^2O)M^2 + MCl.$$

Si l'on veut obtenir des sels trimétalliques, il faut donc, comme l'indiquent les auteurs, mais pas seulement pour amoindrir la solubilité, ajouter une assez forte dose de chlorures de potassium ou d'ammonium.

Suivant leur grosseur décroissante, les cristaux séparés sont noirs, bruns ou roux verdâtre, vert olive, jaune verdâtre ou enfin jaune pâle terreux; déshydratés à l'étuve, les gros cristaux deviennent réellement vert olive; suffisamment petits, les cristaux ne changent guère de teinte.

Si l'on veut les chloroiridites dimétalliques de K et NH^4, il faut concentrer directement la solution issue de la réduction, faire cristalliser les sels jusqu'à ce qu'on voie se séparer des cristaux de la série trimétallique : quadratiques, noirs, pour le sel de K; orthorhombiques, noirs ou roux, pour le sel de NH^4. On sépare les eaux mères et l'on fait recristalliser les sels déposés une ou deux fois dans l'eau pure, soit par évaporation spontanée, soit par refroidissement d'une solution faite à chaud. Le sel $IrCl^5(H^2O)K^2$ se dépose en petites aiguilles roussâtres, jaune verdâtre sale ou jaune pâle terreux suivant leur taille; le sel d'ammonium est en octaèdres bien noirs dès 1^{mm} d'épaisseur, noir roux, roux jaunâtre pâle ou jaune terreux pour des dimensions de plus en plus petites.

Les *chloroiridites* de Rb et Cs ont été préparés en versant le sel de sodium $IrCl^6Na^3$ (non celui d'ammonium) dans des solutions des chlorures de Rb et de Cs. Même avec un excès assez considérable de ces derniers, le sel précipité est un mélange des sels di- et trimétalliques; en raison de leur petitesse, les cristaux formés ainsi sont jaune pâle, presque blancs. Les sels dimétalliques s'obtiennent en faisant recristalliser le mélange dans l'eau pure, par concentration convenable à chaud; tandis que les sels trimétalliques s'obtiennent en ajoutant à une solution à $\frac{1}{5}$ de RbCl ou Cs Cl portée au bain-marie la moitié au plus de son volume de la solution des sels du mélange, qu'on renouvelle quand l'évaporation a ramené la solution à son niveau initial; de la sorte, la cristallisation a toujours lieu en présence d'un grand excès de chlorures sans qu'on ait besoin d'employer des doses considérables de ceux-ci.

L'*aquopentachloroiridite dirubidique* $IrCl^5(H^2O)Rb^2$ cristallise en petits cristaux trapus, brun olivâtre, ressemblant au microscope à ceux du sel d'ammonium; le sel de cæsium $IrCl^5(H^2O)Cs^2$, a cristallisé en petites aiguilles olivâtres. L'hexachloroiridite trirubidique $IrCl^6Rb^3$, H^2O a cristallisé en aiguilles ayant, au microscope, tout à fait les formes cristallines du sel d'ammonium qui cristallise avec H^2O et non $1,5\,H^2O$ comme on l'indique toujours, malgré que Joly et Dufet aient rectifié ce point. Il a aussi la couleur fauve verdâtre de cristaux de sel d'ammonium de même dimension. Le sel tricæsique $IrCl^6Cs^3$, H^2O est en aiguilles franchement vert olive clair.

Les solutions des chloroiridites ont bien les teintes que leur attribue Claus. Comme pour les cristaux (vus au microscope), leur intensité de coloration est infiniment plus faible que celle des chloroiridates.

Les sels trimétalliques du type $IrCl^6M^3$ perdent facilement leur eau d'hydratation, tandis que les sels dimétalliques $IrCl^5(H^2O)M^2$ ne perdent rien à 150° et ne changent pas de teinte; leur eau est de l'eau de *constitution*, comme le prévoit le système de M. A. Werner.

Les analyses, les solubilités et les détails d'ordre particulier seront publiés dans un autre Recueil avec la bibliographie nécessaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les hydrates des acides phosphoriques.* Note de M. **H. Giran**, présentée par M. G. Lemoine.

J'ai recherché quels sont les hydrates formés par les trois acides phosphoriques en déterminant les températures de solidification commençante des mélanges d'eau avec chacun d'eux et construisant les courbes représentatives des résultats.

Acide orthophosphorique. — La courbe, que j'ai pu, dans ce cas, construire entièrement, part de + 41°,75, point de fusion de PO^4H^3 déterminé par M. Berthelot, présente deux minima, à + 22°,5 et à — 81°, et un seul maximum à + 29°. Les minima caractérisent deux eutectiques, dont les compositions correspondraient aux formules

$(PO^4H^3 + 0,135\, H^2O)$, fondant à + 22°,5,
$(PO^4H^3 + 3,205\, H^2O)$, fondant à — 81°.

L'unique maximum montre qu'il existe un seul hydrate de l'acide orthophosphorique; la composition du mixte est alors représentée par la formule $PO^4H^3 + \frac{1}{2}H^2O$; c'est l'hydrate de Joly. Ce chimiste avait trouvé, pour cet hydrate, un point de fusion (+ 27°) un peu inférieur à celui que j'ai obtenu.

Acide pyrophosphorique. — La forme de la courbe est semblable à celle de l'acide orthophosphorique. Elle commence à + 61°, point de fusion de l'acide pur que j'ai déterminé antérieurement (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 7e série, t. XXX, p. 242), et possède deux minima; il existe donc deux eutectiques correspondant à

$(P^2O^7H^4 + 1,25\, H^2O)$, qui fond à + 23°,
$(P^2O^7H^4 + 6,87\, H^2O)$, qui fond à — 75°.

Toutefois, pour ce dernier, ces indications ne sont qu'approximatives, car il m'a été impossible de déterminer expérimentalement les températures de solidification des mélanges compris entre $(P^2O^7H^4 + 5,30\, H^2O)$ et $(P^2O^7H^4 + 7,50\, H^2O)$. Entre ces deux limites, le mixte se prend, par le refroidissement, en une masse vitreuse, ressemblant à de l'acide métaphosphorique, mais se refuse absolument à cristalliser. Les deux branches de courbe, prolongées au delà de ces deux limites expérimentales, se coupent

en un point dont les coordonnées indiquent la composition et le point de fusion du second des deux eutectiques.

Enfin la courbe possède un seul maximum, un peu moins nettement accusé que dans le cas de l'acide orthophosphorique. L'acide pyrophosphorique forme donc, comme l'acide ortho, un seul hydrate :

$$(P^2O^7H^4 + 1,5\,H^2O), \qquad \text{qui fond à } + 26^\circ.$$

J'ai isolé cet hydrate en soumettant à une température voisine de 0° un mélange d'acide pyrophosphorique et d'eau possédant la même composition ; ce mélange se transforme lentement en aiguilles cristallines qui sont peu stables et se changent en peu de temps en acide orthophosphorique. J'ai pu cependant mesurer sa chaleur de dissolution :

$$(P^2O^7H^4 + 1,5\,H^2O)\text{ sol.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4\text{ diss.} + 4^{Cal},49,$$
$$(P^2O^7H^4 + 1,5\,H^2O)\text{ liq.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4\text{ diss.} + 7^{Cal},63;$$

d'où l'on déduit, connaissant la chaleur de dissolution de $P^2O^7H^4$ solide

$$(P^2O^7H^4\text{ sol.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4\text{ diss.} + 7^{Cal},93)$$

que j'ai mesurée antérieurement (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 7e série, t. XXX, p. 243),

$$P^2O^7H^4\text{ sol.} + 1,5\,H^2O\text{ liq.} = (P^2O^7H^4 + 1,5\,H^2O)\text{ sol.} + 3^{Cal},44,$$

soit $+ 2^{Cal},30$ pour la fixation de H^2O liquide, et

$$P^2O^7H^4\text{ sol.} + 1,5\,H^2O\text{ sol.} = (P^2O^7H^4 + 1,5\,H^2O)\text{ sol.} + 1^{Cal},34,$$

soit $+ 0^{Cal},90$ pour la fixation de H^2O solide.

Joly avait trouvé (*Comptes rendus*, t. C, p. 447) pour son hydrate

$$(PO^4H^3 + 0,5\,H^2O)\text{ sol.} + \text{aq.} = PO^4H^3\text{ diss.} + 0^{Cal},14,$$
$$(PO^4H^3 + 0,5\,H^2O)\text{ liq.} + \text{aq.} = PO^4H^3\text{ diss.} + 3^{Cal},78;$$

d'où l'on peut déduire, en faisant intervenir la chaleur de dissolution de PO^4H^3 (PO^4H^3 sol. + aq. = PO^4H^3 diss. + $2^{Cal},69$) donnée par Thomsen [1],

$$PO^4H^3\text{ sol.} + 0,5\,H^2O\text{ liq.} = [PO^4H^3 + 0,5\,H^2O]\text{ sol.} + 2^{Cal},55,$$

(1) THOMSEN, *Thermochemische Untersuchungen*, t. II, p. 212.

soit $+ 5^{Cal},10$ pour la fixation d'une molécule d'eau liquide, et

$$PO^4H^3 \text{ sol.} + 0,5\,H^2O \text{ sol.} = [PO^4H^3 + 0,5\,H^2O] \text{ sol.} + 1^{Cal},85,$$

soit $+ 3^{Cal},70$ pour une molécule d'eau solide.

L'hydrate pyrophosphorique est donc moins stable que l'hydrate orthophosphorique.

Acide métaphosphorique. — Je n'ai pu déterminer, dans ce cas, qu'une très faible portion de la courbe, correspondant à des mélanges contenant plus de 63 pour 100 d'eau. Les liqueurs plus riches en acide se prennent, par le refroidissement, en une masse vitreuse, incristallisable, et, en outre, les dissolutions un peu concentrées s'altèrent très rapidement, d'autant plus que leur préparation exige toujours un certain temps, à cause de la grande lenteur avec laquelle se dissout l'acide métaphosphorique.

Il est donc impossible de reconnaître, par cette méthode, quels sont ses hydrates ainsi que les eutectiques qu'il forme avec l'eau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les hydrates des acides gras.* Note de M. **D.-E. Tsakalotos**, présentée par M. G. Lemoine.

Il a été démontré dans une Note précédente [1] que les acides acétique, propionique et butyrique forment des combinaisons moléculaires avec l'eau.

I. La constitution de ces combinaisons peut s'expliquer de deux manières :

1° La réaction se passe d'après l'équation

$$\underset{\displaystyle R}{\overset{}{C}}\!\begin{cases}OH\\=O\end{cases} + H^2O = \underset{\displaystyle R}{C}\!\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$$

(où R représente les radicaux CH^3, C^2H^5 ou C^3H^7) et le composé formé possède une formule analogue au composé hypothétique qui précéderait l'oxydation des alcools primaires en acides :

$$\underset{\displaystyle R}{C}\!\begin{cases}OH\\H\\H\end{cases} + O^2 = \underset{\displaystyle R}{C}\!\begin{cases}OH\\OH.\\OH\end{cases}$$

(1) Tsakalotos, *Comptes rendus*, 1er juin 1908, p. 1146.

2° Dans l'hydrate formé, l'oxygène serait quadrivalent :

$$\begin{matrix}H \\ R\,CO\end{matrix}\!\!>O = O<\!\!\begin{matrix}H \\ H\end{matrix}.$$

L'association que d'une part l'eau et de l'autre les acides présentent à l'état isolé et en phase liquide rend plus probable l'admission de la seconde formule.

II. L'acide formique a une constante de dissociation $\left[K = \frac{\alpha^2}{v(1-\alpha)}\right]$ bien supérieure à celle de ses homologues :

Acide formique	100 K = 0,0214
Acide acétique	100 K = 0,0018
Acide propionique	100 K = 0,0013
Acide butyrique	100 K = 0,0015

La grande ionisation que l'acide formique présente en solution aqueuse doit être attribuée, en partie, à la non-formation d'une combinaison moléculaire entre cet acide et l'eau.

Sous l'influence catalytique du rhodium, l'acide formique se décompose en CO et H^2O. On pourrait, en conséquence, admettre que l'acide formique est déjà un hydrate de l'anhydride CO, ce qui empêcherait la formation d'un second hydrate.

III. L'acide formique possède en général une aptitude à former des produits d'addition qui est bien inférieure à celle de ses homologues. Tandis que les autres acides de la série $C^nH^{2n}O^2$ réagissent avec les phénols, l'acide formique ne forme même pas un produit d'addition, comme le démontrent les mesures ci-dessous :

Coefficients de viscosité à 20° du système (acide formique + métacrésol).

Métacrésol.	Acide formique.	Durée d'écoulement t.	Densité d.	Coefficient, de viscosité η.
100	0	690	1,034	0,1513
62,7	37,3	186	1,085	0,04280
45,1	54,9	131,5	1,117	0,03129
29,2	70,8	100	1,147	0,02432
14,5	85,5	80	1,178	0,01999
0	100	69	1,216	0,01780

D'après ces mesures, les coefficients de viscosité du système sont inférieurs à ceux calculés par la règle des mélanges, ce qui démontre nettement

la non-existence d'un produit d'addition entre les deux constituants du système.

IV. Le diagramme de fusion du système (acide formique + eau) démontre qu'il n'existe pas d'hydrate de l'acide formique; ce résultat est d'accord avec l'étude des coefficients de viscosité. De même pour le système (acide acétique + eau), le diagramme de fusion n'indique pas l'existence d'une combinaison moléculaire, tandis que le diagramme des coefficients de viscosité démontre l'existence d'une combinaison moléculaire

$$(CH^3COOH.H^2O).$$

Nous devons admettre que cette combinaison ne peut pas exister à l'état solide.

Cette comparaison des diagrammes de fusion avec ceux de la viscosité démontre, en outre, que l'étude des courbes de fusion n'est pas capable dans tous les cas de montrer les forces mutuelles qui s'exercent entre les constituants d'un mélange binaire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate de baryum colloïdal.* Note de M. **A. Recoura**, présentée par M. A. Haller.

Le sulfate de baryum n'a pas encore été obtenu, à ma connaissance, à l'état colloïdal, si ce n'est dans une circonstance très particulière et sous une forme extrêmement instable (Buchner, *Chem. Zeit.*, 1893). J'ai réussi à obtenir des solutions colloïdales de sulfate de baryum relativement très stables. Le procédé que j'ai employé consiste à provoquer la formation du sulfate de baryum, par double décomposition, au sein de la glycérine pure. On peut ensuite étendre la liqueur glycérique d'une grande quantité d'eau sans provoquer la précipitation du sulfate. Comme la glycérine peut dissoudre beaucoup de composés inorganiques, on a le choix entre de nombreuses réactions pour préparer la solution colloïdale.

Je vais d'abord décrire un procédé qui donne une solution colloïdale de sulfate de baryum *exempte de tout électrolyte* et qui permet par conséquent d'en étudier les propriétés dans les meilleures conditions.

Ce procédé consiste à neutraliser une solution d'acide sulfurique dans la glycérine pure par l'éthylate de baryum. J'employais une solution renfermant 1^{mol} d'acide sulfurique dans 6^l de glycérine. Dans cette solution, colorée avec du tournesol, je versais goutte à goutte, à l'aide d'une burette, une solution titrée d'éthylate de baryum dans l'alcool absolu. Le virage du tournesol concordait bien avec le titre des solutions. On

obtient ainsi une liqueur limpide et qui reste limpide pendant très longtemps. C'est une solution de sulfate de baryum dans la glycérine.

Il était surtout intéressant d'étudier la solution dans l'eau. Dans ce but, j'étendais la solution glycérique de 10^{vol} d'eau et j'obtenais ainsi une solution colloïdale de sulfate de baryum dans l'eau contenant 1^{mol} de sulfate dans 60^{l}, et ne renfermant comme matières étrangères que 10 pour 100 de glycérine et 2 pour 100 d'alcool. Tous les essais que je vais décrire ont été faits dans ces conditions de concentration.

L'addition de 10^{vol} d'eau à la solution colloïdale glycérique ne détermine pas la précipitation du sulfate de baryum, pourvu que la neutralisation de l'acide sulfurique ait été complète. La liqueur reste limpide pendant au moins 1 jour, puis elle devient légèrement louche, et au bout de 3 ou 4 jours le sulfate de baryum se dépose sous la forme d'un précipité floconneux. Mais la précipitation est immédiate à l'ébullition.

Action des électrolytes sur la solution colloïdale. — J'ai étudié l'action de la plupart des sels solubles des métaux (sauf des métaux rares), des acides et des bases usuels. A la solution colloïdale j'ajoutais la quantité équivalente de l'électrolyte en solution décinormale. Tous les sels métalliques, dans ces conditions, déterminent la précipitation du sulfate de baryum, *à l'exception des sels de baryum* et du chlorure mercurique qui sont sans action. Je reviendrai plus loin sur le cas des sels de baryum, qui est très intéressant. La précipitation déterminée par les sels est généralement immédiate; pour quelques sels elle est progressive.

Les acides libres *polybasiques* donnent un précipité immédiat, l'acide borique excepté; les acides monobasiques, un précipité progressif qui ne commence qu'au bout de quelques heures. L'acide acétique est sans action.

Les bases solubles donnent un précipité qui est immédiat pour les alcalis et progressif pour la baryte et l'ammoniaque.

Action conservatrice des sels de baryum. — J'ai dit que les dissolutions des sels de baryum ajoutées à la solution colloïdale du sulfate ne déterminent pas sa précipitation, comme le font les autres sels métalliques. Mais, bien plus, *la présence des sels de baryum dans la liqueur colloïdale augmente considérablement sa stabilité*. C'est ainsi que, tandis que la solution colloïdale pure dépose spontanément le sulfate de baryum au bout de 3 ou 4 jours, la même dissolution additionnée de 2^{mol} de chlorure ou d'azotate de baryum, pour 1^{mol} de sulfate, peut être conservée pendant 15 jours ou 1 mois.

Bien plus, *beaucoup des électrolytes qui déterminent la coagulation de la solution pure de sulfate de baryum sont sans action sur elle quand elle renferme des sels de baryum*. Cette augmentation de la stabilité de la solution colloïdale est en outre intéressante en ce qu'elle permet d'établir un classement parmi les électrolytes au point de vue de leur action sur le sulfate de baryum. J'ai étudié l'action sur la solution colloïdale, additionnée de 2^{mol} d'azotate de baryum, de tous les électrolytes que j'avais fait agir antérieurement sur la solution pure, et j'ai trouvé que tous les sels à acides monoba-

siques (chlorures, bromures, iodures, azotates, acétates, chlorates, bromates) sont sans action sur la solution colloïdale consolidée, tandis que les sels à acides polybasiques (sulfates, chromates, carbonates, hyposulfites, ferrocyanures, ferricyanures, oxalates, tartrates) déterminent la précipitation immédiate du sulfate de baryum, même ceux dont les sels de baryum sont solubles dans les conditions de l'expérience (les borates exceptés).

Il résulte donc de là que, de tous les ions, ce sont les ions acides polyvalents qui sont les plus actifs pour déterminer la coagulation du sulfate de baryum. Et ceci est confirmé par le fait suivant : tandis que tous les sels de baryum à acide monobasique que j'ai essayés, chlorure, bromure, iodure, azotate, acétate, chlorate, bromate, perchlorate, se comportent de la même façon, l'hyposulfate et le ferrocyanure de baryum déterminent au contraire la coagulation immédiate du sulfate, même si on les ajoute en très petite quantité.

Solutions colloïdales obtenues par double décomposition entre les sels de baryum et les sulfates métalliques. — La glycérine pouvant dissoudre un grand nombre de substances inorganiques, on peut déterminer la formation de sulfate de baryum colloïdal en utilisant des doubles décompositions variées entre les sels de baryum et les sulfates métalliques ou l'acide sulfurique. Toutes les réactions que j'ai essayées ont donné naissance à des solutions colloïdales, sauf la double décomposition entre l'acide sulfurique et le chlorure de baryum, qui donne un précipité immédiat. Mais, en remplaçant le chlorure par l'acétate, il ne se produit pas de précipité. Souvent la double décomposition se traduit par un changement de couleur. Ainsi, dans le cas du sulfate de cuivre et du chlorure de baryum, on voit apparaître la couleur verte du chlorure. Dans le cas du sulfate de cobalt et du chlorure de baryum, la dissolution glycérique rose de chlorure de cobalt devient bleu intense quand on la chauffe, puis redevient rose par refroidissement, sans perdre sa limpidité. Ces dissolutions glycériques colloïdales, quand on les étend d'eau, sont beaucoup moins stables que la dissolution pure que j'ai étudiée au début, à cause de la présence d'un électrolyte dans la liqueur. On peut leur donner un peu de stabilité en employant le sel de baryum en excès.

L'action de l'éthylate de baryum sur les dissolutions glycériques des sels donne des résultats intéressants que j'étudierai à part.

La méthode que j'ai employée pour obtenir le sulfate de baryum colloïdal est susceptible de généralisation, en raison du grand pouvoir dissolvant de la glycérine et de l'action favorable qu'exerce sa présence sur la formation des corps colloïdaux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution des composés tétraméthyldiaminobenzhydrylméthyléniques. Remplacement de l'oxhydryle de l'hydrol de Michler par des restes alkylméthyléniques.* (Extrait.) Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

Nos précédentes recherches (¹) établissent que les combinaisons que contracte le tétraméthyldiaminobenzhydrol avec les éthers β-cétoniques, les β-dicétones, ne peuvent être considérées, en milieu neutre ou alcalin, comme possédant une constitution en O, due à la tautomérisation du composant méthylénique. Dans la présente Note, nous nous proposons d'examiner les constitutions qui découlent des diverses formes tautomères admises pour l'hydrol. Celles-ci peuvent être rangées dans deux catégories : 1° formes tautomères de l'hydrol coloré par les acides (Victor Meyer, Nietzki, Hantzsch); 2° formes tautomères de l'hydrol incolore, inspirées par la tendance de cet alcool à se conduire comme un aldéhyde ou une cétone (Hugo Weil).

Les composés hydrylméthyléniques étant incolores, en milieu neutre ou alcalin, leur constitution, dans ces conditions définies, ne peut dépendre que des formes tautomères concernant l'hydrol incolore, proposées par Weil. Ce savant a découvert la très remarquable faculté que possède l'hydrol de s'unir à plusieurs réactifs des aldéhydes et des cétones : hydroxylamine, bisulfite de sodium, acide cyanhydrique, ammoniac. Il en a déduit la conclusion que ce corps doit être considéré, non comme un alcool secondaire, mais comme une cétone ou un dérivé hydroxylé, tautomères. Il n'hésite pas à représenter la combinaison de l'hydrol et de l'hydroxylamine par la formule d'une oxime (²).

En vertu de cette hypothèse, nos composés hydrylméthyléniques résulteraient du remplacement de 1^{at} d'oxygène par un reste bivalent $=C\langle{}^{X}_{Y}$, comme les produits de condensation des aldéhydes et des molécules méthyléniques, étudiés par Schmidt, Claisen, Claisen et ses élèves, Knœvenagel, Knœvenagel et ses élèves, A. Haller, Fiquet, etc.

Si l'hydrol se comportait comme une cétone, la seule combinaison qu'il

(¹) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1039.
(²) H. Weil, *Bull. de la Soc. chim. allemande*, t. XXVII, p. 1403.

pût produire avec un dérivé méthylénique monosubstitué découlerait de la condensation de 1^{mol} de cette cétone avec 2^{mol} alkylméthyléniques.

Cette conséquence de l'hypothèse de Weil n'est pas conforme aux résultats de nos expériences. En effet, l'hydrol s'unit à une seule molécule de *méthylacétylacétate de méthyle* et de *méthylacétylacétone* en donnant de nouveaux composés hydrylmonoalkylméthyléniques répondant à la formule

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\substack{|\\ Y}}{\overset{\substack{X\\ |}}{C}} - R.$$

Pour concilier la constitution cétonique de l'hydrol avec l'existence de ces dérivés, il faudrait admettre les trois nouvelles hypothèses suivantes [1]: 1° formation d'un produit d'addition entre la cétone tautomère de l'hydrol et la molécule alkylméthylénique; 2° formation d'un produit de déshydratation intermédiaire instable; 3° tautomérisation de celui-ci.

Ces hypothèses, créées pour défendre une hypothèse intéressante, ne reposent sur aucun fait expérimental. Nous ne ferons donc pas dériver nos bases hydrylméthyléniques de la forme tautomère cétonique de l'hydrol. Nous conserverons pour les représenter, en milieu *neutre* ou *alcalin*, la formule générale de constitution précédemment donnée.

Les deux composés tétraméthyldiaminobenzyhydrylalkylméthyléniques que nous avons préparés résultent de l'égalité

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \boxed{OH + H} - \underset{\substack{|\\ Y}}{\overset{\substack{X\\ |}}{C}} - R$$
$$= H^2O + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\substack{|\\ Y}}{\overset{\substack{X\\ |}}{C}} - R.$$

Ils se dissolvent dans l'acide acétique à froid en produisant une solution incolore, devenant bleu intense à chaud. Ils brisent très aisément leur molécule. En milieu acétique, en présence de diméthylaniline, ils donnent naissance au composant méthylénique et à la leucobase du violet cristallisé. Le *tétraméthyldiaminobenzhydrylméthylacétylacétate de méthyle se scinde,*

---

(1) Semblables à celles qui ont été proposées par Weil pour expliquer la formation d'hydrylsulfite de sodium $[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - SO^3Na$ par l'action de SO^3NaH sur l'hydrol.

même au contact de la semicarbazide, en méthylacétylacétate de méthyle et *tétraméthyldiaminobenzhydrylsemicarbazide*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2.CH.NH.NH.CO\,NH^2.$$

Cette nouvelle substance, chauffée très lentement, fond, avec décomposition, en tube étroit de 185° à 187°. Nous l'avons reproduite à partir de l'hydrol et de la semicarbazide. Malgré leur très grande aptitude à rompre leur molécule, ces corps ne peuvent être considérés comme ayant, en milieu *neutre* ou *alcalin,* une constitution en O. Le *tétraméthyldiaminobenzhydrylméthylacétylacétate de méthyle*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - C\begin{cases} CH^3 \\ CO^2CH^3 \\ CO.CH^3 \end{cases}$$

fond sur Hg à 113°-114°. Sous l'influence de la potasse alcoolique concentrée, il subit à la fois la rupture acide et la rupture cétonique en produisant : 1° L'*acide tétraméthyldiaminobenzhydryl-α-propionique*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH} - CO^2H.$$

Ce nouvel acide fond avec décomposition à des températures variables avec la durée du chauffage. En tube étroit, il commence à suinter vers 170°; il est complètement fondu à 190°. Projeté sur le bain de Hg chaud, sa fusion-décomposition s'opère de 195° à 198°. Son *éther éthylique*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH} - CO^2C^2H^5$$

fond en tube étroit à 103°-104°. 2° La *tétraméthyldiaminobenzhydrylbutanone*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH} - CO - CH^3.$$

Cette nouvelle cétone fond sur le bain de Hg à 144°-145°. Sa *semicarbazone*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH} - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{C} = N.NH.CO.NH^2,$$

chauffée en tube étroit, commence à suinter vers 200°; elle fond, avec décomposition, en un liquide coloré de 215° à 226°. 3° De l'alcool méthylique, de l'acide acétique, de l'acide carbonique. La formation de ces corps découle normalement du tétraméthyldiaminobenzhydryl-C-méthylacétylacétate de

méthyle

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}\begin{cases}CO\,CH^3\\ CO^2.CH^3\end{cases} + 2KOH$$

$$= CH^3CO^2K + CH^3OH + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{CH}} - CO^2K,$$

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}\begin{cases}CO.CH^3\\ CO^2.CH^3\end{cases} + H^2O$$

$$= CH^3OH + CO^2 + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{CH}} - CO - CH^3.$$

Ces transformations sont incompatibles avec une formule en O, à moins de supposer la tautomérisation du dérivé O en dérivé C.

La *tétraméthyldiaminobenzhydrylméthylacétylacétone*

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}\begin{cases}CO - CH^3\\ CO - CH^3\end{cases}$$

fond en tube étroit de 140° à 143° n. c. La potasse alcoolique la transforme en *tétraméthyldiaminobenzhydrylbutanone*. Cette dégradation découle clairement d'une formule en C.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcalis sur les acides mono- et diméthylarsiniques et sur leurs dérivés iodo-substitués*. Note de M. **Auger**, présentée par M. A. Haller.

On sait que, lorsqu'on traite par la soude fondante un acétate alcalin, celui-ci se décompose en méthane et carbonate :

$$CH^3.CO^2Na + NaOH = Na^2CO^3 + CH^4.$$

On peut observer une réaction absolument analogue avec le méthylarsinate de sodium.

Si l'on chauffe ce sel avec un excès de soude, il se décompose quantitativement, à 250°-280°,

$$CH^3.AsO^3Na^2 + NaOH = CH^4 + AsO^4Na^3.$$

La même réaction se produit si l'on emploie le cacodylate de sodium. Elle a lieu en deux phases :

1° Vers 180° il y a mise en liberté d'une molécule de méthane avec formation de méthylarsinate disodique suivant :

$$(CH^3)^2AsO^2Na + NaOH = CH^4 + CH^3AsO^3Na^2.$$

2° En élevant la température à 260°, la seconde réaction, indiquée plus haut, se produit en donnant naissance à une seconde molécule de méthane. Les deux temps de décomposition sont absolument distincts; on peut, après la première réaction, terminée à 180°, isoler sans grande difficulté le méthylarsinate. Pour cela, la masse refroidie est dissoute dans l'eau, neutralisée exactement à l'acide nitrique, et soumise à la précipitation fractionnée au moyen du nitrate d'argent. Il se précipite d'abord de l'arséniate, formé en petite quantité; puis, lorsque par addition de nitrate le précipité blanc de méthylarsinate d'argent apparaît, on filtre la solution et l'on effectue la précipitation totale de ce sel avec un excès de liqueur argentique. La pesée du sel d'argent a montré, dans une première opération, qu'il s'était formé 86 pour 100 de méthylarsinate. Un second essai a donné 92 pour 100.

Si nous considérons les dérivés iodés de l'acide acétique, nous voyons que, pour l'acide monoiodacétique, l'atome d'iode est détaché avant le carboxyle, et remplacé par OH. Les renseignements manquent sur la décomposition de l'acide diiodacétique; par contre, l'acide triiodacétique est scindé avec une extrême facilité, par les alcalis, en iodoforme et carbonate alcalin :

$$CI^3CO^2Na + NaOH = CI^3H + CO^3Na^2.$$

Un phénomène analogue se passe avec les acides iodométhylés de l'arsenic. On a pu voir, dans une Note précédente [1], que le diiodométhylarsinate et le tétraiodocacodylate de sodium étaient scindés par les alcalis aqueux, à l'ébullition, en donnant de l'iodure de méthylène :

$$CHI^2AsO^3Na^2 + NaOH = CH^2I^2 + AsO^4Na^3$$

et

$$(CHI^2)^2AsO^2Na + 2NaOH = 2CH^2I^2 + AsO^4Na^3.$$

On voit que, dans ce cas, l'atome d'arsenic est détaché de la molécule plus facilement que les 2^{at} d'iode reliés au carbone. Nous avons maintenant la clef d'un phénomène resté jusqu'ici sans explication : la formation quantitative d'iodure de méthylène par l'action d'une solution bouillante d'arsénite trisodique sur l'iodoforme [2]. J'avais eu l'occasion d'observer [3] que les

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 808.

(2) H. Klinger, V. v. Richter's *Organ. Chem.*, 10e édit., t. I. p. 230.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 577.

phosphites et les hypophosphites alcalins, pourtant plus énergiques réducteurs que l'arsénite, ne donnaient lieu, dans ces conditions, à aucune réaction. Il en est de même des hydrosulfites. Il y avait donc une action pour ainsi dire spécifique de l'arsénite sur l'iodoforme. Elle est facilement expliquée maintenant par ce qui précède. Dans un premier temps l'iodoforme s'unit à l'arsénite tribasique en donnant du diiodométhylarsinate :

$$CHI^3 + AsO^3Na^3 = CHI^2AsO^3Na^2 + NaI.$$

Celui-ci, instable dans les conditions de l'expérience, est aussitôt scindé par l'alcali en excès comme on l'a vu plus haut, en donnant l'iodure de méthylène.

Dans un autre ordre d'idées, il est intéressant de noter l'analogie de ces réactions, dans lesquelles il y a détachement du groupe méthyle par hydrogénation, avec celles qui se produisent lorsque de l'hydrogène est relié au groupe fonctionnel acide : avec les formiates on a

$$H - CO^2Na + NaOH = H^2 + CO^3Na^2,$$

avec les hypophosphites et les phosphites, on a, en deux phases,

$$H^2PO^2Na + NaOH = H^2 + HPO^3Na^2$$

et

$$HPO^3Na^2 + NaOH = H^2 + PO^4Na^3.$$

Il est extrêmement probable que les sels de sodium des acides mono- et diméthylphosphiniques subiraient une décomposition analogue.

Préparation de l'iodure de méthylène. — Comme il semble que H. Klinger n'a pas donné les détails de cette préparation, voici comment on peut opérer. On mélange dans un ballon 1^{mol} d'iodoforme avec un fort excès d'arsénite trisodique, obtenu en dissolvant 1^{mol} de As^2O^3 dans 6^{mol} de NaOH à 33 pour 100. On chauffe au bain-marie en entraînant à la vapeur d'eau l'iodure de méthylène au fur et à mesure de sa formation. Après une distillation dans le vide, ce dernier est pur. Rendement : 92 pour 100 de la théorie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lactone de l'acide dioxy-3-4-butyrique.* Note de M. P. Carré, présentée par M. A. Haller.

La lactone de l'acide dioxy-3-4-butyrique a été signalée, mais non isolée, par Wagner (1). Ce dernier pense qu'elle se produit facilement par la déshydratation de l'acide dioxy-3-4-butyrique qu'il obtint en oxydant le

(1) *D. chem. G.*, t. XXVII, 1894, p. 2438.

butène-1-ol-4. Le butène-1-ol-4 a été préparé avec un rendement très faible (3 à 4 pour 100 environ), en laissant en contact pendant plusieurs mois l'iodure d'allyle avec le trioxyméthylène en présence du zinc.

D'autre part, les travaux d'Hanriot [1], de Fittig et Kochs [2] montrent que l'action de la chaleur sur l'acide dioxy-3-4-butyrique fournit un produit de condensation analogue à l'acide dilactique.

Les recherches suivantes précisent les conditions de la formation de la lactone dioxy-3-4-butyrique, ainsi que ses propriétés.

J'ai voulu voir tout d'abord si, en modifiant le mode opératoire de Wagner, conformément aux recherches de E. Blaise sur les condensations au zinc, il n'était pas possible d'améliorer le rendement du butène-1-ol-4. Ce dernier se forme encore en quantité assez faible (5 pour 100 environ), mais il se produit, en outre, d'autres composés sur la nature desquels je reviendrai prochainement.

L'acide dioxy-3-4-butyrique se prépare plus facilement, ainsi que l'a indiqué Hanriot, au moyen de la monochlorhydrine de la glycérine et du cyanure de potassium.

On chauffe vers 100° la monochlorhydrine diluée de deux fois son volume d'eau et l'on ajoute par petites portions une quantité équimoléculaire de cyanure de potassium. La réaction terminée, on ajoute à la liqueur un volume égal d'acide chlorhydrique concentré, et on laisse en contact une nuit. On filtre les chlorures de potassium et d'ammonium déposés, on évapore à sec et l'on reprend par l'acétone pour éliminer le reste des chlorures. Après avoir distillé l'acétone, on reprend par l'eau et l'on chauffe au bain-marie avec un léger excès de baryte, de façon à saponifier les éthers chlorhydriques qui ont pu se former. La solution du dioxybutyrate de baryum est ensuite précipitée par l'alcool. Le sel obtenu est mélangé de chlorure de baryum qu'il est difficile d'éliminer complètement par de nouvelles précipitations. On le décompose par l'acide sulfurique, en quantité insuffisante, de façon à ne pas toucher au chlorure de baryum qui peut encore rester. La solution, séparée du sulfate de baryum, est évaporée; le résidu est repris par l'acétone qui dissout seulement l'acide dioxybutyrique.

L'acide dioxy-3-4-butyrique, chauffé dans le vide, perd déjà de l'eau à 100°. A une température plus élevée, il laisse distiller un liquide incolore, tandis qu'il reste une forte proportion (60 à 70 pour 100) de produits indistillables; ces derniers sont vraisemblement constitués par des produits

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, 1879, p. 104.

(2) *Lieb. Ann. Chem.*, t. CCLXVIII, 1892, p. 16.

de condensation analogues à l'acide dilactique; il est impossible de les purifier.

La partie distillée fournit, à la rectification, deux fractions : l'une distillant à 92°-93° sous 12mm est identique à la *lactone de l'acide oxy-4-crotonique*, déjà obtenue d'autre façon par M. Lespieau ([1]); l'autre distillant à 174°-175° sous 12mm est constituée par la *lactone de l'acide dioxy-3-4-butyrique*, ainsi que le montrent son analyse et ses propriétés.

La *lactone de l'acide dioxy-3-4-butyrique*, $CH^2 - CHOH - CH^2 - CO$, (avec liaison CH^2—O—CO)

est un liquide incolore, soluble en toute proportion dans l'eau, l'alcool et l'acétone. Elle distille dans le vide sans décomposition. Traitée par les alcalis, elle régénère les sels de l'acide dioxy-3-4-butyrique. Son *dérivé benzoylé*, $CH^2 - CH(O - CO - C^6H^5) - CH^2 - CO$, (avec liaison CH^2—O—CO) obtenu par l'action du chlorure de benzoyle sur la solution pyridique de la lactone, cristallise dans l'alcool en lamelles blanches fusibles à 101°.

Le fait que, sous l'action de la chaleur, l'acide dioxy-3-4-butyrique fournit à la fois les lactones des acides oxy-4-crotonique et dioxy-3-4-butyrique, alors que la lactone de ce dernier acide ne se décompose pas dans les mêmes conditions, indique que l'acide dioxy-3-4-butyrique se déshydrate au moins de deux façons différentes pour donner lieu à la formation d'une liaison éthylénique et d'une chaîne lactonique.

CHIMIE. — *Sur le phosphate double de magnésie et de monométhylamine.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Le Chatelier.

M. Quantin a basé sur la non-existence de phosphates doubles de magnésie et de méthylamines un procédé de séparation de l'ammoniaque avec la mono-, la di- et la triméthylamine ([2]). Ce procédé consiste essentiellement à mettre le mélange de l'ammoniaque et des amines en contact avec un excès de phosphate de magnésie récemment précipité ou, ce qui revient au même, avec un excès d'un mélange de phosphate de soude et de sulfate de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1051.

([2]) Quantin, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 561, et *Annales de Chimie analytique*, 6e série, 1905, p. 28.

magnésie. L'ammoniaque entrant en combinaison avec le phosphate de magnésie pour former du phosphate ammoniaco-magnésien, insoluble dans les méthylamines, disparaît de la liqueur qui retient les amines. Il n'y a plus qu'à séparer par filtration et à régénérer les bases par distillation.

Pour étudier ce procédé qui m'avait donné des résultats singuliers, j'ai commencé par chercher à établir nettement s'il existe ou non des phosphates doubles de magnésie et de méthylamines.

1° *Monométhylamine* [1]. — J'ai fait le mélange suivant :

100^{cm^3}	solution de sulfate de magnésie contenant............	$2^g,46$	$= \frac{1}{100}$ molécule
100	solution de phosphate de soude cristallisé contenant.....	3,58	$= \frac{1}{100}$ »
600	eau		
200	solution de monométhylamine pure contenant..........	0,620	$= \frac{2}{100}$ »

Le mélange des trois premiers liquides est limpide (il ne précipite pas de phosphate monomagnésique, même après plusieurs jours). L'addition de la monométhylamine y fait apparaître un précipité gélatineux qui devient lentement cristallin ; la transformation est complète au bout de 8 jours. Le précipité cristallin pourrait être du phosphate monomagnésique qui a la même apparence au microscope. Pour se faire une opinion à cet égard, on dose la méthylamine dans une portion de l'eau mère filtrée, et l'on constate que $0^g,2975$ de monométhylamine ont disparu, soit sensiblement la moitié de la quantité mise en œuvre. Les cristaux sont alors recueillis sur une plaque perforée et fortement essorés à la trompe. On ne les lave pas et on les dessèche sur l'acide sulfurique. Le rendement est de $1^g,85$.

Après 8 jours de dessiccation, les cristaux sont examinés au microscope; ils ont conservé complètement leur forme et leur transparence. Chauffés avec de la soude exempte d'ammoniaque, ils dégagent abondamment des vapeurs alcalines; ils en donnent également par calcination.

L'analyse de ces cristaux donne les résultats suivants :

	Trouvé.	Théorie pour $PO^4{<}^{Mg}_{AzH^3.CH^3.6H^2O}$.
Monométhylamine pour 100.......	11,79	11,96
P^2O^5 pour 100..................	27,22	27,41

Il se forme donc un phosphate double de magnésie et de monométhylamine de même type que le phosphate ammoniaco-magnésien.

2° *Diméthylamine.* — J'ai fait le même mélange que ci-dessus en remplaçant les $0^g,62$ de monométhylamine par la quantité équivalente de diméthylamine pure : $0^g,900 = \frac{2}{100}$ molécule.

---

[1] Les amines employées à ces expériences avaient été complètement privées d'ammoniaque par passage sur HgO.

Tout se passe en apparence comme dans le cas de la monométhylamine. A un précipité gélatineux succède un précipité cristallisé ayant les mêmes apparences que le phosphate de magnésie et de monométhylamine. Mais, après 8 jours, un dosage de l'amine dans l'eau mère montre que la diméthylamine mise en œuvre est restée tout entière en solution. Les cristaux obtenus perdent complètement leur transparence pendant la dessiccation sur l'acide sulfurique; ils ne dégagent pas de vapeurs alcalines par ébullition avec la potasse ou par calcination. En un mot, ils ne contiennent pas de diméthylamine.

Il ne se forme donc pas, dans les conditions de l'expérience, de phosphate double de magnésie et de diméthylamine.

3° *Triméthylamine.* — Le même mélange est fait encore en remplaçant les $0^{g},62$ de monométhylamine par $1^{g},18 = \frac{2}{100}$ molécule de triméthylamine pure. Les résultats sont identiques à ceux qui ont été obtenus pour la diméthylamine. En effet, après le dépôt des cristaux, on trouve dans la solution toute la triméthylamine mise en œuvre; les cristaux s'effleurissent par dessiccation et ne donnent de vapeurs alcalines ni par ébullition avec la potasse, ni par calcination.

Il ne se forme donc pas de phosphate double de magnésie et de triméthylamine dans les conditions de l'expérience.

Ces résultats obtenus, le procédé de M. Quantin a été soumis aux vérifications suivantes. On mélange :

cm³		g	
20	solution de sulfate de magnésie contenant................	$2,46 = \frac{1}{100}$	molécule
20	solution de phosphate de soude contenant................	$3,58 = \frac{1}{100}$	»
10	solution de monométhylamine pure contenant..........	$0,31 = \frac{1}{100}$	»
10	solution d'ammoniaque pure contenant................	$0,17 = \frac{1}{100}$	»

Dans le mélange, la quantité de phosphate de magnésie est exactement suffisante pour absorber toute l'ammoniaque en passant à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Après 8 jours, on sépare à la trompe le liquide du précipité cristallin formé qu'on essore bien et qu'on dessèche. On isole par distillation, en présence de la soude, les bases azotées contenues dans le liquide et dans le précipité. On trouve que celles qui proviennent du liquide précipitent par le réactif de Nessler très abondamment en brun foncé, ce qui indique qu'elles sont constituées par de l'ammoniaque presque pure; celles qui proviennent du précipité précipitent abondamment par le réactif de Nessler en jaune pâle, ce qui indique qu'elles sont formées presque exclusivement de monométhylamine, résultat opposé à celui qui est annoncé par M. Quantin et qui s'explique par ce fait que j'ai pu constater, que la monométhylamine déplace l'ammoniaque dans le phosphate ammoniaco-magnésien, comme elle le déplace dans le chlorhydrate d'ammoniaque.

Si, dans le mélange précédent, on quadruple les quantités de solution de sulfate de magnésie et de phosphate de soude sans faire varier la quantité d'ammoniaque et

de monométhylamine; en un mot, si l'on emploie le phosphate de magnésie en grand excès, l'ammoniaque et la monométhylamine se combinent simultanément au phosphate de magnésie, passant à l'état insoluble, et il ne reste plus en solution que quelques centièmes de la monométhylamine employée.

Conclusions. — Il existe un phosphate double de magnésie et de monométhylamine de formule $PO^4\begin{cases}Mg\\ AzH^3.CH^3.6H^2O\end{cases}$; ce composé a été obtenu très nettement cristallisé. Les phosphates correspondants de di- et de triméthylamine ne semblent pas exister. Le procédé de M. Quantin, qui donne des résultats suffisants pour des mélanges de di- et de triméthylamine et d'ammoniaque, ne peut être appliqué à la séparation de l'ammoniaque et de la monométhylamine.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur une modification des propriétés du gluten en présence de l'acide sulfureux.* Note de M. **J. Dugast**, présentée par M. Müntz.

Au mois de novembre dernier, quelques cas de peste furent signalés dans certains ports algériens et l'Administration prescrivit l'application rigoureuse des mesures sanitaires usitées en pareil cas. Tout navire ayant touché un port contaminé était soumis à une fumigation par le gaz sulfureux produit à l'aide de l'appareil Clayton, pour le désinfecter.

C'est alors que des plaintes se produisirent au sujet des farines et des semoules qui se trouvaient à bord des bateaux ainsi fumigés. Dans une requête adressée à M. le Préfet d'Alger, les détenteurs de ces marchandises disaient notamment qu'elles avaient *perdu leur gluten*.

Des doutes étaient permis au sujet de cette assertion, d'autant que des expériences déjà anciennes, effectuées sur diverses denrées alimentaires, avaient montré l'innocuité du procédé. C'est ainsi que je fus amené à examiner des échantillons de farine et de semoule fumigés.

Or, si l'on procède au dosage du gluten dans ces farines et ces semoules, par le procédé habituel, on remarque d'abord qu'il faut bien moins d'eau pour hydrater le gluten et former le pâton; ensuite, on constate que la pâte se laisse facilement déchirer et a perdu son élasticité ; enfin, pendant le lavage, le gluten se colle à la peau des mains et file entre les doigts, de sorte qu'il est impossible de le recueillir.

Des expériences de contrôle, avec témoins, instituées quelques jours

après, avec une farine titrant 10,35 pour 100 de gluten et une semoule titrant 12,0 pour 100, ont donné des résultats semblables.

Sous l'influence du gaz sulfureux, les propriétés physiques du gluten peuvent donc être profondément modifiées et les farines perdre une partie de leurs qualités boulangères.

Le traitement au gaz sulfureux augmente l'acidité des farines (l'acidité d'une farine traitée a été trouvée égale à 0,066 alors qu'elle n'était que de 0,033 dans le témoin) et l'on pouvait penser, *a priori*, que cette différence d'acidité n'était pas sans influencer la manière de se comporter du gluten. Mais si l'on sature cet excès d'acidité (et même la totalité de l'acidité) par le carbonate d'ammoniaque, le dosage du gluten n'est pas davantage possible.

Des essais répétés sur les mêmes échantillons, deux mois après, ont donné des résultats analogues, de sorte que la modification peut être considérée comme définitive.

PHYSIOLOGIE. — *Augmentation de la capacité vitale et du périmètre thoracique chez les enfants.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Chaque année, un grand nombre de conscrits sont ajournés ou réformés pour faiblesse de constitution, la cause en est due souvent à un périmètre thoracique insuffisant. Le Tableau suivant donne les résultats de ces dernières années :

Années.	Contingent annuel.	Ajournements.	Réformes totales.	Réformes par faiblesse de constitution.
1902	325 013	42 372	22 045	1111
1903	324 253	62 160	25 432	1653
1904	321 243	55 125	23 205	1715
1905	321 929	56 635	23 784	1784
1906	326 693	25 793	25 667	1760

J'ai pensé qu'il serait utile de développer, dès le jeune âge, la cavité thoracique au moyen de trois exercices très simples que j'ai indiqués dans une Note parue aux *Comptes rendus* le 11 novembre 1907.

Les expériences ont été faites pendant 6 mois à l'école primaire de garçons de la rue Cambon : on a pris pour base l'âge des enfants, on a mesuré au moyen d'un spiromètre la capacité vitale, c'est-à-dire le volume d'air utili-

sable pour la phonation : le périmètre thoracique a été pris au niveau de l'appendice xiphoïde.

Les résultats sont contenus dans le Tableau suivant [1] :

Age.	Taille en centimètres. Début.	Taille en centimètres. 6e mois.	Poids en kilogrammes. Début.	Poids en kilogrammes. 6e mois.	Tour de poitrine en centimètres. Début.	Tour de poitrine en centimètres. 1er mois.	Tour de poitrine en centimètres. 6e mois.	Capacité vitale en litres et centilitres. Début.	Capacité vitale en litres et centilitres. 1er mois.	Capacité vitale en litres et centilitres. 6e mois.	Nombre des élèves.
6...	115	118	21	20	51	53	57	0,54	0,78	0,85	19
7...	123	125	24	23	52	55	59	0,66	0,80	0,93	14
8...	124	126	25	25	53	56	60	0,79	0,86	1,13	27
9...	130	132	28	28	55	59	63	0,89	1	1,17	29
10...	141	143	32	31	59	62	64	1,20	1,36	1,51	28
11...	138	142	32	33	58	62	66	1,05	1,31	1,70	18
12...	145	149	35	41	59	63	67	1,47	1,67	1,95	22
13...	148	151	40	40	70	74	77	1,93	2,26	2,26	16
14...	147	153	39	43	62	66	74	1,83	1,92	2,15	7

On voit immédiatement que l'accroissement du tour de poitrine a été très rapide pendant le premier mois : c'est un fait que j'avais signalé dans ma Note précédente; il n'est pas rare, après trente séances, de trouver le périmètre thoracique augmenté de 6^{cm} à 7^{cm}.

Les mouvements d'inspiration sont généralement très bien faits, les mouvements d'expiration le sont moins bien; on le constate soit en mesurant la capacité vitale qui n'augmente pas suffisamment, soit en mesurant la diminution du périmètre thoracique dans le passage de l'inspiration à l'expiration profonde; chez les enfants de 6 à 10 ans, cette variation est de 3^{cm} à 4^{cm}; elle est de 4^{cm} à 5^{cm} chez les enfants de 11 à 14 ans.

Les exercices étaient faits chaque jour à la fin de la récréation de 10^h et de 4^h, il suffisait de 5 minutes chaque fois; les enfants rentraient donc en classe 5 minutes plus tard.

Les exercices, contrôlés par le directeur, M. Meunier, ont été surveillés avec le plus grand dévouement par les professeurs MM. Mersier, Dimanche, Racinet, Girardot, Clairer et Mme Meunier.

Conclusions. — 1° Les enfants apprennent en quelques minutes à faire ces exercices, et comme leur récréation se trouve augmentée de 5 minutes ils les font avec plaisir;

2° On ne constate plus d'attitudes vicieuses, les enfants se tiennent droits et les omoplates cessent d'être saillantes;

3° L'état sanitaire a été supérieur cette année à celui des années précédentes, il y a eu beaucoup moins de manquants;

---

(1) Le poids et la taille ont été pris avec les vêtements.

4° Le développement est surtout très rapide chez les sujets un peu malingres (14 ans, voir le Tableau);

5° Il est inutile de créer des fonctionnaires nouveaux; les professeurs dirigeront les mouvements et les médecins des écoles contrôleront les résultats;

6° Si dans toutes les écoles de France, les élèves faisaient régulièrement, chaque jour, ces exercices, le nombre des conscrits aptes au service militaire augmenterait dans une notable proportion. A une époque où la natalité diminue, ce résultat n'est pas à dédaigner.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de l'ion zinc sur les milieux microbiens.* Note de M. le Dr **Joseph Mendel**, présentée par M. Lannelongue.

On sait que le chlorure de zinc a été employé de tout temps comme un antiseptique puissant et que notre maître le Professeur Lannelongue l'a préconisé dans le traitement des arthrites tuberculeuses. D'autres savants ou praticiens ont cherché à utiliser les effets du composé chloré du zinc par l'action électrolytique, bien étudiée dans ces derniers temps par Sudenik, Louis Johns, Leduc.

Ayant moi-même obtenu des résultats cliniques favorables par l'introduction électrolytique de l'ion zinc, je me suis proposé d'étudier la question au point de vue expérimental. Je me suis surtout occupé de l'action de cet agent sur la végétation de différents microorganismes.

Voici une première série d'expériences dans un tube de gélose préalablement ensemencée sur toute la surface. J'ai introduit à travers un bouchon deux électrodes : le positif formé d'une lame de zinc de 2^{mm} à 3^{mm} et de 1^{cm} de longueur, le négatif formé d'une lamelle de platine. J'ai fait agir un courant de faible intensité de 1 à 5 milliampères durant quelques minutes. Bientôt on remarque, au point d'application de l'électrode zinc, l'apparition d'une zone d'opacité qui augmente progressivement d'intensité, d'étendue et de profondeur. A la fin de 15 minutes, la zone opaque occupe une surface de 2^{cm} de longueur et de 1^{cm} de largeur. Le tube est mis à l'étuve et, 24 heures après, on constate que le microorganisme se développe abondamment sur toute la surface du milieu, sauf à la région influencée par l'ion zinc. La culture s'arrête brutalement par une ligne de démarcation précise à la limite inférieure et supérieure de la zone opaque.

Dans une seconde série d'expériences parallèles, j'ai fait passer un courant de la façon précédemment décrite dans un tube de gélose *non ensemencée*. Ensuite, j'ensemence toute la surface de ce milieu et je laisse la culture dans l'étuve pendant 24 heures. Je constate également que les microorganismes se développent abondamment partout,

sauf dans la région influencée par l'ion zinc. Il apparaît donc évident que l'action de l'ion zinc rend le milieu impropre à la végétation microbienne.

Dans une dernière série d'expériences, en faisant agir dans les mêmes conditions d'intensité et de tension l'ion zinc sur une culture *bien développée*, on n'arrive pas à détruire la vitalité des microorganismes, car leur ensemencement donne des cultures abondantes. Mais, lorsque sur la même culture et sur la même région on fait une seconde application du courant, on obtient des cultures moins riches et, en agissant une troisième fois, les cultures finissent par devenir stériles. Je dois ajouter que j'ai employé pour mes expériences le *B. subtilis*, *B. prodigiosus*, *St. Aureus*, *B. Anthracis*. Ce dernier a résisté plus que les autres et j'ai dû renouveler plusieurs fois l'application de l'ion zinc pour arriver au même résultat.

L'intensité de l'action de l'ion zinc sur le milieu croît avec le temps, l'intensité du courant et la surface de section de l'électrode. Dans les tubes où nous avons fait plusieurs applications du courant, on constate plusieurs zones superposées nettement distinctes. Il est entendu que le milieu choisi, à savoir la gélose, contient du chlorure de sodium à un taux correspondant sensiblement à la chloruration du sérum sanguin.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la constitution des matières protéiques. Nouvelle méthode d'hydrolyse à l'acide fluorhydrique.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

L'étude de la constitution des matières protéiques comporte la caractérisation des groupements soudés les uns aux autres dans ces complexes moléculaires. Or, cette caractérisation n'est possible que si les groupements en question sont convenablement libérés et isolés à l'aide de réactions qui ne les altèrent pas.

Trois agents d'hydrolyse ont été proposés jusqu'ici : la baryte, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique.

Une expérience assez longue [1] nous autorise à dire qu'aucun de ces agents n'est satisfaisant, car tous produisent des réactions secondaires tendant à modifier et à détruire les substances séparées par l'hydrolyse.

La baryte a l'inconvénient de détruire l'arginine ainsi que les autres diamines; de plus, elle racémise les acides monoamidés, ce qui en rend

---

[1] Hugounenq et Morel, *Sur la nature véritable des leucéines et glucoprotéines obtenues par P. Schutzenberger dans le dédoublement des matières protéiques* (*Comptes rendus*, 18 juin 1906).

les séparations par cristallisation fractionnée très difficiles; l'acide sulfurique à 30 pour 100 donne de bons résultats dans l'hydrolyse de certaines albumines simples (protamines par exemple), mais il exerce une action destructive bien mise en évidence par la formation d'une quantité considérable d'ammoniaque et de produits goudronneux et humiques. Ainsi dans l'hydrolyse par SO^4H^2 à 30 pour 100 de 1^{kg} de pepsine, poussée jusqu'à disparition de la réaction du biuret, nous avons pu constater qu'un tiers de l'azote était dégagé sous forme ammoniacale. Quant à l'acide chlorhydrique à 25 pour 100, qui est aujourd'hui d'un usage fréquent, il mélanise et goudronne encore plus énergiquement les matières protéiques que ne le fait l'acide sulfurique ; il détruit la tyrosine et oxyde les bases puriques, en même temps que plusieurs autres constituants.

Nous avons eu l'idée de recourir à un acide dont les propriétés hydrolysantes sont des plus énergiques à la température du bain-marie et dont la stabilité permet de prévoir qu'à 100° il ne doit pas altérer par oxydation les constituants mis en liberté : l'acide fluorhydrique nous a paru réunir ces deux conditions. Nous avons fait agir sur diverses matières protéiques, gélatine, ovalbumine, pepsine extractive du codex (gracieusement mise à notre disposition par la maison Byla, de Gentilly), de l'acide fluorhydrique à 50 pour 100, qu'on peut se procurer à bas prix dans l'industrie et qu'on a étendu au préalable de $1^{vol},5$ d'eau. La chauffe effectuée dans une marmite en plomb, munie d'un réfrigérant ascendant en même métal et placée sur un bain-marie bouillant, a duré un temps variant entre 48 et 100 heures, suivant la résistance de la matière à attaquer. Le succès a justifié nos prévisions et nous n'hésitons pas à déclarer cet agent d'hydrolyse comme bien supérieur à ceux dont nous venons de signaler les inconvénients. En effet, l'hydrolyse à l'acide fluorhydrique à 20 ou 25 pour 100, à la température du bain-marie, présente les avantages suivants :

1° Elle est aussi complète que possible, car on obtient toujours en prolongeant convenablement la chauffe, la disparition de la réaction du biuret et l'absence de tout polypeptide précipitant par le réactif iodoioduré, en donnant un précipité floconneux avec le réactif phosphotungstique sulfurique;

2° Elle ne s'accompagne d'aucun dégagement d'ammoniaque, ni d'aucune mélanisation ;

3° Elle permet une élimination complète et simple de l'agent d'hydrolyse qui, saturé par la chaux (la réaction devant toujours être maintenue légèrement acide), donne un précipité de $CaFl^2$ facile à laver et à priver de toute matière organique;

4° Elle ne détruit aucun des acides monoamidés qui se forment et elle permet d'obtenir, après élimination des substances précipitables par le réactif phosphotungstique

sulfurique, la tyrosine et les corps leuciques (alanine, valine, leucine, phénylalanine), ainsi que la majeure partie du glycocolle (dans le cas de la gélatine), parfaitement cristallisés et blancs après une deuxième cristallisation dans l'eau. Les rendements en acides monoamidés sont ainsi supérieurs à ceux que donnent les autres agents d'hydrolyse;

5° Les portions provenant du précipité phosphotungstique formé dans les produits de l'hydrolyse fluorhydrique se prêtent très bien à la séparation sous formes de composés argentiques, insolubles en milieu acide, des bases puriques qui se rencontrent dans les nucléoprotéides. Ces bases puriques sont si peu altérées que, dans l'étude de la pepsine, nous avons obtenu de très bons rendements en adénine et en guanine, accompagnées seulement d'une trace (0^{g},03) de xanthine, tandis que l'hydrolyse sulfurique effectuée sur la même matière avait oxydé en xanthine ou détruit la majeure partie de ces composés;

6° Notre méthode permet d'obtenir les acides diamidés dans un grand état de pureté et débarrassés des matières visqueuses ou goudronneuses qui les engluent et en rendent l'extraction difficile dans les autres techniques. Nous avons dès lors pu extraire, à côté des acides diamidés déjà connus, de nouveaux dérivés très bien cristallisés sur lesquels nous reviendrons dans un prochain Mémoire;

7° L'acide fluorhydrique respecte les hydrates de carbone libérés par l'hydrolyse, beaucoup mieux que ne le font les acides sulfurique et chlorhydrique.

En résumé, nous conseillons l'emploi de l'acide fluorhydrique à 20 ou 25 pour 100, à la température du bain-marie bouillant, comme agent d'hydrolyse des matières protéiques, car il permet une hydrolyse complète et non destructive des constituants qu'il a libérés.

BOTANIQUE. — *Recherches sur les hybrides d'Orges*. Note (¹) de M. L. Blaringhem, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les espèces élémentaires sont, d'après H. de Vries (²), le résultat de mutations progressives, c'est-à-dire de l'acquisition de caractères nouveaux pour la lignée; au contraire, les variétés dérivent de mutations régressives, par la mise en latence de caractères développés dans l'espèce, la latence d'un caractère n'impliquant pas sa disparition totale. Or on admet que, dans la combinaison sexuée de deux plantes de la même espèce, les caractères sont transmis à parts égales par les chromosomes des deux parents. La combi-

(¹) Présentée dans la séance du 9 juin 1908.

(²) H. de Vries, *Die Mutationstheorie*, Leipzig, 1901-1903, et *Species and Varieties*, Chicago, 1905.

naison sexuée d'une variété avec l'espèce consiste en la réunion de chromosomes porteurs des caractères visibles de l'espèce et de chromosomes porteurs des caractères latents de la variété; il y a encore accouplement; la fécondité n'est pas limitée et les produits obtenus montrent à la première génération la dominance du caractère de l'espèce et, aux générations suivantes, la dissociation des formes suivant la loi de Mendel. Avec Macfarlane, on nomme ces combinaisons des *croisements bisexuels*. Les croisements d'espèces élémentaires en diffèrent totalement, puiqu'ici les caractères différentiels de l'espèce la plus récente n'ont pas d'analogues, même à l'état latent, dans l'espèce ancienne. Ce sont des *croisements monosexuels* dont les lois sont encore mal connues.

Il en résulte que l'hybridation entre formes affines est un moyen expérimental commode pour l'appréciation de leurs relations de parenté. C'est cette méthode que j'ai appliquée à l'étude des Orges (*Hordeum distichum*) pour divers caractères de classification.

J'ai cherché à déterminer la valeur de particularités, visibles sur les grains de l'Orge, dont la transmission héréditaire est absolue. Leur importance a été reconnue dès 1888 par Th. von Neergaard et utilisée pour le contrôle des semences au Laboratoire de Svalöf (Suède), puis en Bohême, puis en France par la Société d'encouragement de la culture des Orges de brasserie. Je ne parlerai ici que des caractères visibles sur le grains d'une même espèce linnéenne, dont on n'a pas encore fait, à ma connaissance, la combinaison par hybridation. Ces caractères se groupent par couples :

{ A. Axe d'épillet couvert de poils lisses, allongés et brillants,
{ *a*. » cotonneux, enroulés et mats.
{ B. Nervures dorsales latérales portant des dents ou épines,
{ *b*. » lisses, sans traces de tubercules.

Les plantes utilisées pour les croisements ont été soumises à la culture pédigrée depuis 1904 et choisies parmi les plus régulières des 300 lots d'Orges que j'avais à cette époque en culture pour d'autres études. L'hybridation a été faite au printemps de 1906 et a porté sur les combinaisons sexuelles des couples de caractères (A, *a*), (B, *b*) et, en outre, des couples [épi arqué (*nutans*], épi dressé (*erectum*)], [densité d'épi très faible (25), densité très forte (35)], (grains enveloppés, grains nus). Toutes les combinaisons possibles de ces cinq couples de caractères ont été faites en prenant dans chaque cas l'une des plantes, tantôt comme père, tantôt comme mère. Le nombre des grains hybrides sains, récoltés en 1906, fut de 123 qui ont donné, en 1907, 93 plantes fertiles et bien venues.

Dans tous les cas, la dominance du caractère B fut complète. On peut donc regarder l'absence de dents comme un caractère de variété. D'ailleurs, les Escourgeons et les Orges à 6 rangs portent toujours des dents, ainsi que toutes les Orges sauvages que j'ai pu examiner. On est ainsi conduit à admettre la disparition récente des dents sur

certaines variétés cultivées. Au point de vue pratique, la grande majorité des formes portant des dents sont de qualité inférieure pour la brasserie ; les variétés, sans dents, donnent les meilleures sortes.

Les poils allongés et brillants (A) réapparaissent aussi toujours en première génération. Ils dominent les poils courts enroulés en tire-bouchon. Toutefois, la longueur des poils varie selon les individus et, parfois, sur le même épi. Il sera nécessaire d'analyser davantage ce caractère dont l'intensité change d'ailleurs dans quelques formes pures que je cultive depuis plusieurs années.

Quant aux combinaisons (épi *nutans*, épi *erectum*), (épi lâche, épi dense), elles donnent des résultats très variables selon les croisements et selon les individus issus du même croisement. Il serait trop long de citer ici les données numériques qui traduisent ces oscillations. Dans l'ensemble, les épis intermédiaires, mais plutôt lâches, dominent en première génération. Biffen (¹) a obtenu des résultats analogues.

Le caractère *grain enveloppé* domine aussi le caractère *grain nu*, mais avec certaines irrégularités comme l'a déjà reconnu Biffen (¹). Mes essais ont porté sur les croisements de *Hordeum distichum* var. *nudum* avec diverses variétés d'Orges indigènes françaises. Sur les hybrides de première génération j'ai observé quelques grains nus disséminés au milieu de grains demi-enveloppés et de grains bien enveloppés. Les variations peuvent être très grandes pour des plantes issues du même croisement. Ainsi la combinaison 0,102 (*H. distich. nutans* α) $\times$ *H. distich. nudum* est représentée par 2 plantes dont l'une donne 172 grains enveloppés, 16 demi-nus et 0 nu, et l'autre donne 92 grains enveloppés, 57 grains demi-nus et 36 complètement nus.

Enfin, dans ce dernier croisement, il est apparu un caractère très net, la *fragilité du rachis de l'épi,* qui n'existe ni sur le père ni sur la mère et qu'on ne connaît que dans l'*Hordeum spontaneum* où chaque épillet fertile se détache à maturité avec la portion de rachis qui le porte. Ce même caractère est apparu dans un croisement fait par Biffen de *H. distichum nutans* $\times$ *H. Himalayense* (épi à 6 rangs). D'autre part *H. spontaneum,* originaire de Perse, est regardée par beaucoup d'auteurs comme l'ancêtre sauvage de l'Orge cultivée. Ce phénomène très rare est analogue au cas signalé par Bateson de l'apparition de la couleur rouge sur l'hybride de deux Pois de senteur (*Lathyrus odoratus*) à fleurs blanches. Il est intéressant de remarquer que la couleur rouge et la fragilité du rachis sont des caractères propres aux espèces sauvages des deux genres.

Ainsi l'hybridation des formes affines de *H. distichum* a permis de mettre en évidence : 1° la dérivation de variétés par la mise en latence d'un caractère (nervures dorsales sans dents) ; 2° la réapparition d'un caractère propre aux espèces sauvages d'Orges à la suite du mélange sexuel de deux variétés cultivées qui ne le présentent pas et dont les ancêtres l'ont perdu depuis des siècles peut-être.

(¹) R.-H. Biffen, *The hybridisation of Barleys* (*Journal of Agricult. Science*, 1907, vol. II, p. 183).

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur le planement des Oiseaux.* Note (¹) de M. **P. Amans**, transmise par M. Alfred Giard.

La Communication du 13 avril de M. Marcel Deprez sur le planement des Oiseaux ne renferme aucune explication nouvelle de ce phénomène. On sait depuis longtemps que l'atmosphère présente des courants ascendants, que l'aile est concave sur sa face inférieure et a une section de profil à courbure ovoïdale, et, d'autre part, que la résistance aérienne sur une telle surface peut donner une composante propulsive plus grande que sur une surface plane. Voici un court résumé des données bibliographiques relatives à cette question :

Amans, *Théorèmes des dièdres* (*Comptes rendus*, 1883).

Goupil, *Analogies du vol à la voile et de la navigation à voile*, 1884.

« Il suffit d'un vol ascendant de 3° pour obtenir le planement sur place, les ailes étendues » (Lilienthal, *Der Vogelflug*, 1889).

Amans, *Sur la composante propulsive dans les Zooptères* (*Ass. fr. avanc. Sc., Congrès de Marseille*, 1891).

— *Aéroplanes et Aérocaves* (*Revue gén. des Sciences*, 1892).

— *Sur la physiologie du vol d'après Léonard de Vinci* (in *Revue scient.*, 1892).

Amans, *Étude des courants ascendants, par Léonard de Vinci. Rôle des formes animales dans la navigation aérienne et aquatique* (in *Bulletin scient. de la France et de la Belgique*, de Giard, 1906).

— *Sur les progrès récents de l'aviation* (in *Revue des Idées*, 1906).

Bertelli, *Ricerche d'aeronautica*, 1903.

Celui-ci se sert, comme M. Deprez, d'un courant dirigé sur une surface mobile.

Malgré ces nombreuses citations, tout n'est pas dit sur le planement sur place avec ailes immobiles. L'appareil de M. Deprez pourrait servir à étudier la composante propulsive sur une surface ondulée, ou simplement sur une surface tordue dans le genre de celles décrites dans *Géométrie comparée des ailes rigides* (Amans, *Congrès Ass. fr. avanc. Sc.*, Ajaccio, 1901).

(¹) Présentée dans la séance du 9 juin 1908.

AÉRONAUTIQUE. — *Réponse* (1) *de M.* **Marcel Deprez** *à la Note présentée par M.* Amans *dans la séance du* 25 *mai* 1908.

La longue nomenclature bibliographique qui figure dans cette Note et qui, d'ailleurs, la constitue presque exclusivement, prouve simplement que j'avais raison de dire dans ma Communication que le planement des oiseaux avait excité de tout temps l'étonnement et la sagacité des mécaniciens et des physiciens et avait donné lieu à de très nombreuses controverses.

Mais, si M. Amans a voulu établir ses droits ou ceux d'autres auteurs à la priorité de la découverte du théorème qui fait l'objet principal de ma Communication, il est nécessaire qu'il formule sa réclamation en termes suffisamment précis et explicites pour que je puisse lui répondre, ce qu'il m'est impossible de faire en présence de la forme vague et imprécise de sa Note.

Je crois utile de rappeler à ce sujet que depuis plus d'un mois *j'ai réussi à réaliser le planement stationnaire d'un corps entièrement libre dans l'espace* (voir ma Communication du 18 mai dernier) à l'aide d'un courant d'air incliné produit par un ventilateur.

Je pourrai répéter cette expérience devant les Membres de l'Académie qui désireraient en être témoins.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1908.

Ministère de l'Instruction publique. *Caisse des recherches scientifiques,* année 1907 : *Rapport annuel adressé au Président de la République française,* par M. Paul Dislère. 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

---

(1) Reçue dans la séance du 25 mai 1908.

Glossaire allemand-français des termes d'Anatomie et de Zoologie, par RAPHAEL BLANCHARD. Paris, Asselin et Houzeau, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Jaugeage pratique des fûts ou tonneaux suivi de la description de leur forme géométrique, par H.-F. FRANÇOIS. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Lettre relative à la conservation des bibliothèques publiques et privées, des archives et des musées, par CHRISTOPHE-CAMILLE VENTRE. Marseille, 1908; 1 fasc. in-8°.

Le Médecin de campagne, organe spécial des praticiens de campagne; 1re année, n° 1, 1er juin 1908. Largentière (Ardèche); 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; t. XXXII, n° 1-6. Paris, 1907; 4 fasc. in-8°.

Rapport sur les Moluques. Reconnaissances géologiques dans la partie orientale de l'archipel des Indes orientales néerlandaises, par R.-D.-M. VERBEEK. Texte et Atlas. (Édition française des *Iaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie,* t. XXXVII, 1908, partie scientifique.) Batavia, Imprimerie de l'État, 1908; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-f°.

Les études zoologiques dans la République Argentine, par ANGEL GALLARDO. Buenos-Ayres, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

M. CHARLES FRAIPONT adresse en hommage les cinq Opuscules suivants :

Sur l'origine d'un cailloutis très fin interstratifié dans les sables (Om) *des environs de Sprimont. — Sur un affleurement fossilifère du Houiller à proximité de la faille eifélienne à Angleur. — Notes sur quelques fossiles du Calcaire carbonifère. — Description d'un nouveau* Pteraspis *du Gedinnien belge et Note sur un remarquable bouclier ventral de* Pteraspis Crouchi (*Lank*) *des Schistes taunusiens. — Les sablières du Sart-Tilman-lez-Liége.* Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1908; 5 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 25 mai 1908.)

Note de M. *Fleig,* Action comparée de l'eau salée simple et des sérums artificiels à minéralisation complexe sur le sang et la circulation :

Page 1109, ligne 2, *au lieu de* 8 ou 9 pour 100, *lisez* 8 ou 9 pour 1000.
Page 1110, ligne 8, *au lieu de* vaso-constrictives, *lisez* vaso-constrictines.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

AÉRONAUTIQUE. — *Étude des phénomènes que présentent les ailes concaves dans le planement stationnaire et dans le vol plané des oiseaux.* Note de M. **Marcel Deprez**.

Dans mes deux précédentes Communications j'ai montré que la force négative horizontale que l'oiseau est obligé de faire naître pour rester immobile dans l'espace est mise en évidence très facilement au moyen d'un tracé graphique très simple, lorsqu'on suppose que l'aile est plane.

Mais j'ai dit que ce même tracé s'applique très bien aux ailes courbes et qu'il montre alors avec une évidence saisissante que, dans ce cas, on peut faire varier dans des limites très étendues et indépendamment l'une de l'autre la composante horizontale négative et la composante verticale qui équilibre le poids de l'oiseau, ce qu'on ne peut faire avec une aile plane.

En outre j'ai insisté, dans mes deux Communications, sur ce fait que je possédais les moyens de calculer approximativement la *grandeur numérique* des composantes horizontale et verticale de la pression du vent sur une aile concave, malgré l'état rudimentaire de nos connaissances concernant l'action développée, même sur un simple plan, par un fluide en mouvement. Voici le principe de ce procédé de calcul que j'ai appliqué depuis longtemps à l'évaluation des composantes verticale et horizontale qui seraient développées sur un cerf-volant vertical ayant exactement la forme d'une jalousie de fenêtre composée, comme on le sait, d'une série de petits volets horizontaux

qu'on peut incliner plus ou moins suivant la quantité de lumière qu'on veut laisser pénétrer dans l'appartement.

Ce genre de cerf-volant vertical à persiennes a été appliqué il y a plus de 13 ans par Hiram Maxim à son aéroplane à vapeur, mais j'ignore si les petits volets parallèles étaient plans ou courbes. Pour résoudre le problème qui nous occupe, je les supposerai courbes, ce qui d'ailleurs est bien préférable.

Désignons par s la section droite du canal formé par deux volets consécutifs; par V la vitesse du vent à son entrée dans ce canal (nous supposons que le cerf-volant est immobile et que l'air entre *tangentiellement* aux volets); par α l'angle que fait avec l'horizontale la tangente au volet du côté de l'entrée du vent; par α' l'angle que fait avec l'horizontale la tangente au volet du côté de la sortie du vent; par μ la masse du mètre cube d'air.

La composante verticale de la pression totale de l'air sur les parois du canal formé par deux volets consécutifs a pour valeur l'accroissement pendant 1 seconde de la projection verticale de la quantité de mouvement de l'air, mesurée à l'entrée et à la sortie du canal. Or la composante verticale de la vitesse de l'air à l'entrée est égale à $V \sin\alpha$; la masse qui passe dans le canal pendant 1 seconde étant égale à $\mu s V$, il en résulte que la projection verticale de la quantité de mouvement développée pendant 1 seconde a pour valeur à l'entrée du canal $\mu s V^2 \sin\alpha$. A la sortie du canal, elle devient égale à $\mu s V^2 \sin\alpha'$.

Donc la composante verticale de l'effort développé par les volets sur l'air en mouvement a pour expression $\mu s V^2(\sin\alpha' - \sin\alpha)$. En vertu du principe de l'égalité de l'action et de la réaction, cet effort donne lieu à un effort de signe contraire développé sur l'ensemble des deux volets consécutifs, de sorte que, en définitive, la composante verticale à laquelle cet ensemble est soumis a pour valeur

$$F_y = \mu s V^2(\sin\alpha - \sin\alpha').$$

On trouverait de même pour la composante horizontale

$$F_x = \mu s V^2(\cos\alpha - \cos\alpha').$$

Ces deux équations contiennent la solution de tous les problèmes qui concernent les aéroplanes du genre Hiram Maxim, puisqu'elles permettent de calculer l'effort vertical, c'est-à-dire le poids que l'aéroplane peut enlever (ainsi que l'effort horizontal qui en résulte et que l'hélice doit pouvoir développer), en fonction de la *section totale* S des canaux compris entre les volets du cerf-volant vertical à persiennes.

On remarquera qu'elles ne contiennent aucun autre coefficient expérimental que μ, c'est-à-dire la masse du mètre cube d'air, laquelle est parfaitement connue, puisqu'elle est égale au poids du mètre cube d'air divisé par 9,81. On est donc dispensé, dans le calcul de ce genre d'aéroplanes à persiennes verticales, de l'emploi des coefficients empiriques que l'on est forcé d'introduire dans les formules relatives au calcul des aéroplanes ordinaires et qui ont autant de valeurs qu'il y a d'expérimentateurs. C'est ce qui me faisait dire, il y a déjà longtemps, lorsqu'on m'interrogeait sur le calcul des organes sustentateurs des aéroplanes, que je pouvais faire ce calcul avec *certitude* sans connaître aucun des coefficients empiriques qui figurent dans les formules habituellement employées (1).

Revenons maintenant au calcul des valeurs de F_x et F_y lorsqu'il s'agit d'une aile courbe. Les quantités μ, V, α et α' sont connues dans ce cas comme lorsqu'il s'agit d'un canal formé par deux volets consécutifs; seule la valeur de s est inconnue. C'est ici qu'intervient l'empirisme en déterminant la valeur d'une section s fictive qui ferait cadrer les valeurs de F_x et F_y déterminées expérimentalement avec celles qui résulteraient de l'emploi des deux formules ci-dessus.

Grâce à l'emploi de ce coefficient s qui remplace le coefficient K, actuellement employé, lequel ne présente d'ailleurs aucune certitude, on peut déterminer à l'avance toutes les conditions du vol plané et du planement stationnaire, à la condition de remplacer dans les formules, lorsqu'on les applique au vol plané, la valeur de V par celle de la vitesse relative de l'air par rapport à la surface des ailes.

J'ai à peine besoin de dire que ces formules appliquées au planement stationnaire permettent de retrouver les lois que j'ai déjà formulées dans mes Notes du 13 avril et du 18 mai.

Je dois mentionner, en terminant, une conséquence très curieuse de mon tracé graphique ainsi que de mes formules. Elle consiste en ce qu'il est facile de déterminer la vitesse limite qu'un oiseau peut atteindre en marchant *contre le vent* dans le vol plané, c'est-à-dire sans battre des ailes. On trouve que cette vitesse limite est d'autant plus grande que l'angle sous lequel peut se faire le planement stationnaire est plus petit et que, par con-

---

(1) Je ferai remarquer en outre que non seulement ce genre d'aéroplanes permet de déterminer théoriquement et rapidement avec certitude les valeurs *optima* de S, α et α', mais qu'il est très supérieur au point de vue de l'encombrement aux aéroplanes actuels.

séquent, cette vitesse, pour *des oiseaux ayant de très grandes ailes par rapport à leur maître-couple*, pourrait, *sans battement d'ailes, dépasser celle du vent lui-même*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Trépied*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 31,

M. Gaillot obtient........................	26 suffrages
M. Verschaffel...........................	4 »
M. Gonnessiat...........................	1 »

M. **Gaillot**, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la place de membre titulaire dans la Section d'Astronomie du Bureau des Longitudes, vacante par suite du décès de M. *Lœwy*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 37,

M. B. Baillaud obtient..................	35 suffrages
M. Andoyer »	2 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 36,

M. Andoyer obtient....................	34 suffrages
M. Puiseux »	1 »

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne....................	M. **B. Baillaud**
En seconde ligne.....................	M. **Andoyer**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la place de membre titulaire dans la Section d'Astronomie du Bureau des Longitudes, vacante par suite du décès de M. *J. Janssen.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 34,

M. Deslandres obtient.................... 33 suffrages

Il y a 1 bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 32,

M. Maurice Hamy réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne................. M. **Deslandres**
En seconde ligne.................. M. **Maurice Hamy**

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de Lisbonne** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *A. de Lapparent.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Marcelin Berthelot,* par M. Icilio Guareschi;

2° *Les races de l'Europe.* II : *La taille en Europe,* par M. J. Deniker;

3° *Géologie,* par M. Stanislas Meunier;

4° *Pluies, rivières et sources,* par M. P. Garrigou-Lagrange (présenté par M. d'Arsonval);

5° *L'évolution souterraine,* par M. E.-A. Martel.

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'analyse des courbes polymorphiques.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Appell.

1. On sait quelle est l'importance dans les études statistiques, et en particulier dans les recherches biométriques, du problème suivant :

Étant donnée une fonction EXPÉRIMENTALE $\varphi(x)$, *la représenter approximativement dans la forme suivante :*

$$\varphi(x) = \sum_1^n a_i e^{-\frac{(x-b_i)^2}{c_i}}. \tag{1}$$

Ce problème n'a guère été abordé que dans le cas où l'on suppose $n = 2$; Karl Pearson a donné pour ce cas une solution basée sur le calcul des moments et dont l'instrument fondamental est une équation du neuvième degré, très laborieuse à calculer et à résoudre. Je voudrais indiquer brièvement une autre méthode, dans laquelle on ne fixe pas, *a priori*, la valeur de n et qui me paraît donner des résultats aussi bons, sinon meilleurs, avec beaucoup moins d'efforts : j'en développerai des applications numériques dans un Mémoire plus étendu.

2. Le principe de la méthode consiste à retrancher de la fonction donnée $\varphi(x)$ un terme particulier de forme normale, choisi de telle manière que la différence

$$\varphi(x) - ae^{-\frac{(x-b)^2}{c}} = \varphi_1(x)$$

soit plus rapprochée de l'axe des x, et se confonde sensiblement avec lui dans un intervalle assez étendu.

Pratiquement, lorsqu'on fait croître x à partir d'une certaine valeur initiale, la fonction $\varphi(x)$, qui était nulle, devient positive, ainsi que ses premières dérivées; on déterminera la valeur de x pour laquelle la dérivée seconde s'annule; cette détermination est forcément approximative, puisque la fonction est donnée expérimentalement; en fait, elle peut être le plus souvent réalisée d'une manière suffisamment précise. Dès lors, les équations suivantes, dans lesquelles x, y, y' sont connus :

$$y = ae^{-\frac{(x-b)^2}{c}}, \qquad y' = \frac{-2a(x-b)}{c} e^{-\frac{(x-b)^2}{c}},$$

$$y'' = a\left[\frac{4(x-b)^2}{c^2} - \frac{2}{c}\right] e^{-\frac{(x-b)^2}{c}} = 0,$$

donnent facilement

$$b = x + \frac{y}{y'}, \qquad c = 2\left(\frac{y}{y'}\right)^2, \qquad a = y\sqrt{e}.$$

Les constantes a, b, c sont parfaitement déterminées. Après avoir ainsi *extrait* un premier terme de $\varphi(x)$, on procédera de la même manière pour en extraire un second, puis un troisième, et l'on arrivera ainsi à vérifier une équation telle que (1), avec une approximation de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales.

3. On peut généraliser l'équation (1) et écrire

$$(2) \qquad \varphi(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(x-t)^2 f(t)} g(t)\, dt.$$

Sous cette nouvelle forme, le problème est susceptible d'une solution analytique rigoureuse, et non plus seulement approchée, comme c'est le cas pour l'équation (1). Il y a même une infinité de solutions; en particulier, on aura souvent avantage à prendre pour $f(t)$ une constante convenablement choisie.

Je me contenterai aujourd'hui de signaler cette équation (2), sans insister sur son interprétation au point de vue de la statistique et de la biométrique; j'indiquerai cependant qu'elle conduit à considérer comme formant une suite continue l'infinité des types normaux théoriques, chaque individu différant, par suite d'écarts fortuits et accidentels, du type normal théorique qu'il aurait pu réaliser. Cette distinction entre l'individu théorique et l'individu réel me paraît devoir être fondamentale en statistique mathématique; j'y reviendrai dans une autre occasion.

PHYSIQUE. — *Sur l'orientation d'un ellipsoïde anisotrope dans un champ uniforme.* Note de M. **Georges Meslin**, transmise par M. Mascart.

Considérons un ellipsoïde anisotrope placé dans un champ magnétique et supposons que les directions des trois axes a, b, c coïncident avec les directions magnétiques principales pour lesquelles les coefficients d'induction sont K_1, K_2, K_3. Si le champ, dont la valeur est F, fait avec les axes des angles α, β, η, l'énergie de cet ellipsoïde polarisé dans ce champ est représentée par

$$W = -\frac{v F^2}{2}(H_a \cos^2\alpha + H_b \cos^2\beta + H_c \cos^2\gamma),$$

où H_a, H_b, H_c ont respectivement pour valeurs

$$\frac{K_1 - K}{4\pi K + L(K_1 - K)}, \quad \frac{K_2 - K}{4\pi K + M(K_2 - K)}, \quad \frac{K_3 - K}{4\pi K + N(K_3 - K)};$$

K désigne le coefficient d'induction du milieu ambiant et L, M, N sont des intégrales connues, telles que

$$L = 2\pi abc \int_0^\infty \frac{d\lambda}{(a^2+\lambda)\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}},$$

M et N étant obtenues par permutation des lettres a, b, c de telle sorte que, si $a > b > c$, on a $L < M < N$.

On sait que la position d'équilibre stable, qui est donnée par le minimum de W, correspond au cas où l'un des axes est dirigé dans le sens du champ.

Si l'on suppose d'abord que les trois coefficients K_1, K_2, K_3 varient dans le même sens que les axes a, b, c, c'est-à-dire si l'on a

$$K_1 > K_2 > K_3,$$

il en résulte

$$H_a > H_b > H_c,$$

inégalités qui subsistent toujours quelle que soit la valeur de K, c'est-à-dire quels que soient les signes des numérateurs et par conséquent des grandeurs H.

C'est donc toujours H_a qui est la plus grande de ces quantités, qu'elles soient positives ou négatives, et le minimum de l'énergie sera réalisé lorsque le grand axe sera parallèle au champ, l'énergie étant négative pour le cas du paramagnétisme et positive dans le cas du diamagnétisme. On peut encore exprimer ce résultat d'une autre façon et dire que, si K augmente graduellement de manière à rendre successivement négatifs un, puis deux et enfin les trois coefficients H, l'ellipsoïde conserve son orientation pour laquelle le champ coïncide avec la ligne de plus grand paramagnétisme ou de plus petit diamagnétisme; cette fixité tient en somme à ce que l'*effet-forme* et l'*effet-cristal* sont ici en concordance, et le résultat est indépendant du milieu extérieur.

Supposons maintenant que K_1, K_2, K_3 ne varient pas dans le même sens que a, b, c, et qu'on ait par exemple

$$K_1 < K_2;$$

alors les deux effets ne sont plus concordants et il ne serait plus exact de

dire qu'on a toujours

$$H_a > H_b \quad \text{quel que soit K.}$$

En réalité, on peut constater que, si le milieu extérieur varie, on passe du cas où cette inégalité est satisfaite à celui où elle ne l'est plus, et, comme ce changement se produit au moment où ces deux grandeurs H sont égales, il suffit de considérer l'équation $H_a = H_b$ qui détermine les valeurs de K correspondantes; elle s'écrit

$$\frac{K_1 - K}{4\pi K + L(K_1 - K)} = \frac{K_2 - K}{4\pi K + M(K_2 - K)},$$

qui devient, en ordonnant par rapport à K,

$$(1) \qquad K^2 - \left(K_1 + K_2 + 4\pi\frac{K_2 - K_1}{M - L}\right)K + K_1 K_2 = 0.$$

La condition de réalité des racines s'exprime par

$$\left(K_1 + K_2 + 4\pi\frac{K_2 - K_1}{M - L}\right)^2 - 4K_1K_2 > 0,$$

qui, tous calculs faits, s'écrit

$$(K_2 - K_1)\left[K_2 - K_1\left(\frac{1 - \frac{4\pi}{M - L}}{1 + \frac{4\pi}{M - L}}\right)^2\right] > 0$$

ou

$$(K_2 - K_1)(K_2 - \varepsilon^2 K_1) > 0$$

en posant

$$\varepsilon = \frac{1 - \frac{4\pi}{M - L}}{1 + \frac{4\pi}{M - L}}.$$

Les racines seront réelles pourvu que l'on ait

$$K_2 > K_1 \quad \text{ou} \quad K_2 < \varepsilon^2 K_1;$$

or ε^2 est compris entre 0 et 1 puisque l'on a $L < M$, et, en vertu de l'hypothèse fondamentale, la première condition, qui est la seule à envisager, est toujours satisfaite. On peut d'ailleurs s'assurer que dans ce cas l'équation (1) a ses deux racines positives et que l'une d'elles est inférieure à K_1, tandis que l'autre est supérieure à K_2. Désignons cette dernière racine par P; il en résulte que, lorsque K est compris entre K_2 et P (alors que le solide se comporte comme diamagnétique), on a $H_a < H_b$; c'est l'axe *b* de plus grand magnétisme et de moyenne longueur qui se dirigera dans le sens du champ; lorsque K dépassera la valeur P, on aura $H_a > H_b$ et ce sera le grand axe *a* correspondant à une valeur moindre du coefficient d'induction magnétique qui s'orientera dans le champ.

Il y aura donc changement d'orientation de l'ellipsoïde par variation du

milieu extérieur lorsque le binome K — P *changera de signe,* P *étant une fonction connue des coefficients* K_1 *et* K_2.

On voit donc comment ces calculs fournissent l'interprétation du binome que j'avais désigné par $N_l - N_s$ dans l'étude du dichroïsme magnétique, en indiquant seulement alors que N_l et N_s étaient reliées aux constantes magnétiques du liquide et du solide.

La considération du troisième axe permettra d'ailleurs de prévoir de semblables changements d'orientation.

PHYSIQUE. — *Sur la nature des charges d'électricité positive et sur l'existence des électrons positifs.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que les rayonnements chargés d'électricité négative (rayons cathodiques, rayons β) sont formés d'un flux de corpuscules, appelés *électrons,* dont la masse, 2000 fois plus petite que celle de 1^{at} d'hydrogène, paraît être de nature électromagnétique, et qui peuvent être considérés comme des intermédiaires entre l'éther et la matière pondérable.

Au contraire, les rayonnements positifs actuellement connus (rayons α, rayons canaux, rayons anodiques) sont constitués, non par des *électrons* comparables aux corpuscules négatifs, mais par des *ions* possédant une masse au moins égale à la masse de l'atome matériel d'hydrogène.

L'existence des *électrons positifs* ne semble guère admise aujourd'hui. Beaucoup de physiciens pensent que les charges positives des atomes résultent d'un manque d'électrons négatifs, et n'acceptent pas un second constituant de la matière. Toutefois quelques physiciens, trouvant des difficultés à rendre compte des propriétés des métaux au moyen des seuls électrons négatifs, ont introduit dans les théories l'hypothèse d'électrons positifs, bien qu'aucun fait n'ait révélé leur existence réelle. Le manque absolu de données sur cette importante question retarde actuellement les progrès de nos connaissances sur la constitution de la matière.

L'étude des phénomènes magnéto-optiques dans les terres rares, poursuivie depuis 2 ans, sur toute l'échelle des températures, a donné pour la première fois une *base expérimentale* à l'hypothèse des électrons positifs [1].

---

[1] Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 26 mars 1906 et suiv.; *Le Radium,* février, mars, septembre, novembre 1907, janvier 1908. — Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Kon. Akad. Amsterdam,* 29 février 1908.

Puis M. Lilienfeld [1] a obtenu, avec les décharges dans les gaz raréfiés, des phénomènes qu'il a attribués à des électrons positifs; mais MM. Bestelmeyer et Marsh [2], avec un dispositif analogue, n'ont pu observer que des *électrons négatifs* et des *ions positifs*. La question est restée en suspens, M. Lilienfeld n'ayant ensuite, à ma connaissance, ni confirmé, ni démenti ses premières expériences.

Ayant été amené, par une longue suite de recherches, à la conviction que les atomes renferment des électrons positifs, j'ai cherché à les obtenir *libres* et j'ai réalisé les expériences suivantes :

Un tube de Crookes est formé de deux parties A et B cylindriques (diamètre $3^{cm},5$; longueur 13^{cm}), réunies par un tube étroit C (diamètre 6^{mm}; longueur 15^{cm}). L'anode *a* est dans l'ampoule A, et la cathode *c* (aluminium) est dans B : cette cathode est percée en face de l'étranglement C de manière à laisser pénétrer dans B des rayons canaux. Les décharges sont produites par une bobine d'induction, ou une machine statique à 8 plateaux.

Si l'on touche la paroi de B avec un conducteur relié à la terre, ou avec la main, on forme sur cette paroi une cathode secondaire (phénomène bien connu) et l'on observe une tache orangée due à un afflux cathodique.

Supposons la pression assez basse ($\frac{1}{300}$ de millimètre au plus) pour que l'espace obscur soit supérieur aux dimensions de l'ampoule. En approchant la main sans toucher la paroi, on voit aussitôt des rayons cathodiques secondaires repoussés sur la paroi opposée, tandis qu'au contraire il se forme devant la main une tache blanchâtre qui est attirée et suit les mouvements de la main. On peut, par tâtonnements, amener cette tache à être peu étendue (1^{cm^2} à 2^{cm^2}). Si l'on approche un aimant dont les lignes de force sont normales au plan passant par l'axe du tube et le centre de la tache, on voit celle-ci *se déplacer avec une extrême sensibilité*. Il est facile de se rendre compte que, *quelle que soit la direction des corpuscules formant l'afflux*, la tache doit subir un déplacement d'ensemble dont le sens donne le signe de la charge de ces corpuscules. On reconnaît ainsi qu'on est en présence de *corpuscules positifs dont la grande déviabilité est, à première vue, au moins égale à celle des rayons cathodiques* ayant franchi en sens inverse la même chute de potentiel auprès de la tache formant cathode secondaire.

J'ai cherché à faire sortir ces corpuscules de l'ampoule B, en les attirant

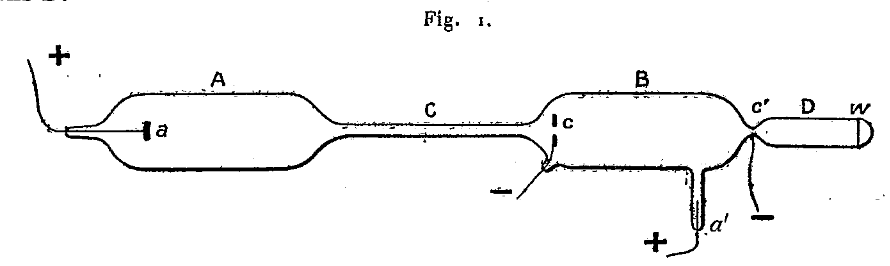
---

(1) J.-E. LILIENFELD, *Verhand. deuts. phys. Gesell.*, 16 novembre 1906 et 22 mars 1907.

(2) A. BESTELMEYER et E. MARSH, *Verh. deuts. phys. Gesell.*, 13 décembre 1907.

par une cathode secondaire c' formée d'un grillage, ou d'une petite boucle placée à l'entrée d'une ampoule supplémentaire D. J'ai, de plus, ajouté une seconde anode a' qui augmente l'intensité du rayonnement cathodique dans B.

Fig. 1.



On voit alors sortir de c' un faisceau qui illumine le gaz (air, oxygène ou hydrogène) en bleu et forme sur le verre une tache de couleur orangée, ou sur un écran de willemite w une tache de couleur vert jaune. Ce faisceau se comporte comme un rayon canal insensible à un faible champ magnétique, tant que les rayons cathodiques n'atteignent pas les régions voisines de c'; mais, lorsque la pression est assez basse, il suffit d'approcher de c' un petit aimant pour voir le faisceau *fortement dévié dans le sens correspondant à des charges positives venant de la cathode secondaire* c'. Si l'on augmente le champ, la tache sur la paroi de D se dirige vers c', ce qui montre bien que le faisceau *vient de* c', fait que j'ai d'ailleurs vérifié au moyen d'écrans phosphorescents.

L'action du champ a lieu seulement au voisinage immédiat de la cathode secondaire c'; le rayon observé dans le gaz n'est que le prolongement d'un faisceau dévié.

L'expérience suivante montre que la déviation ne se produit que dans l'intérieur ou au voisinage immédiat du faisceau cathodique. On forme un faisceau cathodique étroit et incliné, ne tombant pas sur c'; si l'on approche un aimant de c', de manière à écarter davantage le faisceau cathodique, on ne voit pas de déviation du rayon positif; en inversant le sens du champ, on obtient une faible déviation de ce rayon et, au moment où le bord du faisceau cathodique arrive vers c', on voit se produire une grande déviation du faisceau positif; enfin cette déviation diminue, dès que le faisceau cathodique a dépassé c'.

Ces phénomènes ont été étudiés avec plusieurs tubes, fort habilement construits par M. Matout. Chaque tube présente des particularités qui seront décrites dans une publication plus détaillée.

On peut donc réaliser un flux d'électricité positive ayant une déviabilité magnétique comparable à celle d'un rayon cathodique.

La seule interprétation qui m'ait paru actuellement vraisemblable est que le faisceau, dans la région où il peut être dévié, est formé non plus d'*ions*, mais d'*électrons positifs* comparables aux électrons négatifs, ou du moins possédant un rapport de la charge à la masse du même ordre de grandeur.

Ce *nouveau constituant de la matière* apparaît sous l'influence des corpuscules cathodiques sur les rayons canaux, *car la présence simultanée de ces deux rayonnements est indispensable dans les expériences précédentes*. En dehors d'une atmosphère relativement dense de corpuscules cathodiques, nécessaire pour les arracher aux atomes matériels, les électrons positifs doivent avoir un très faible parcours libre et se recombinent aussitôt à la matière, ou peut-être contribuent à former une nouvelle matière.

ACOUSTIQUE. — *Enregistrement photographique de vibrations sonores.* Note de MM. **Georges** et **Gustave Laudet**, présentée par M. H. Poincaré.

Nous présentons des photographies de vibrations sonores dont le tracé particulièrement net permet l'étude de tous les phénomènes de la phonation.

Cette étude, entreprise de longue date, était destinée aux travaux que nous exécutons en vue de la reconstitution des sons par les artifices et les matières explosives d'après le principe appliqué à la reconstitution des sons par la combustion de mélanges détonants gazeux (¹).

Les photographies que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenues par un procédé mécanique direct sans intermédiaire de microphone. Les courants microphoniques reproduisent en effet la voix humaine de façon compréhensible, mais y introduisent des déformations particulièrement sensibles, entre autres dans les consonnes sifflantes (*s*, *ch*, *z*, *f*). Celles-ci sont au contraire très nettes dans nos enregistrements, où l'on peut remarquer le plus léger zézaiement et le souffle, qui correspondent cependant à des vibrations initiales de l'ordre du cinquante-millième de millimètre.

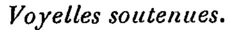
Étude des courbes obtenues. — Quoique l'étude des courbes ainsi obtenues

---

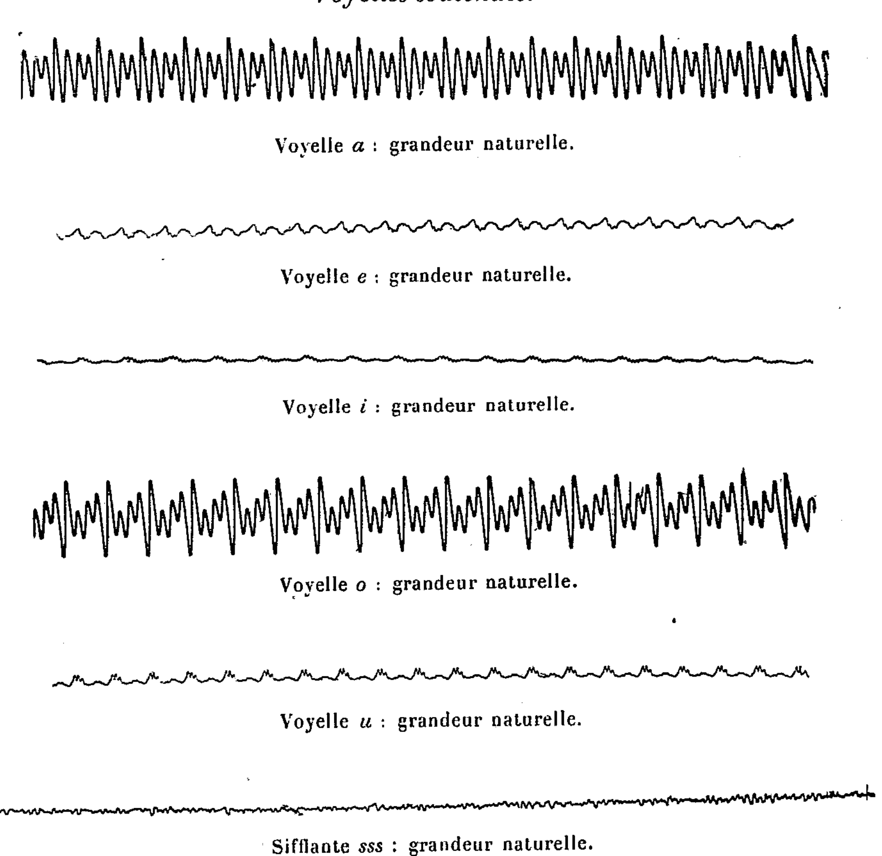
(¹) Laudet et Gaumont, *Comptes rendus*, juillet 1905.

soit loin d'être terminée, nous croyons intéressant d'indiquer dès maintenant une importante conséquence de nos observations.

Comme cela a déjà été observé, les photographies de voyelles que nous présentons (*a*, *e*, *i*, *o*, *u*), voyelles soutenues sur une note déterminée, présentent des périodes successives identiques entre elles.



Voyelles soutenues.



Voyelle *a* : grandeur naturelle.

Voyelle *e* : grandeur naturelle.

Voyelle *i* : grandeur naturelle.

Voyelle *o* : grandeur naturelle.

Voyelle *u* : grandeur naturelle.

Sifflante *sss* : grandeur naturelle.

Sifflante *zzz* : grandeur naturelle.

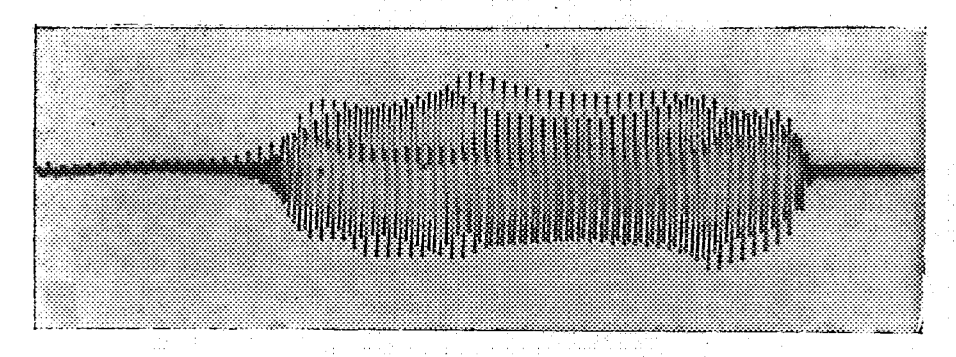
Or pareilles courbes ne sont obtenues que dans l'enregistrement de chant ou de conversations lentes et sans intonation.

L'enregistrement d'une conversation courante, par contre, nous indique que les périodes successives d'une courbe de voyelle quelconque ne sont pas identiques entre elles.

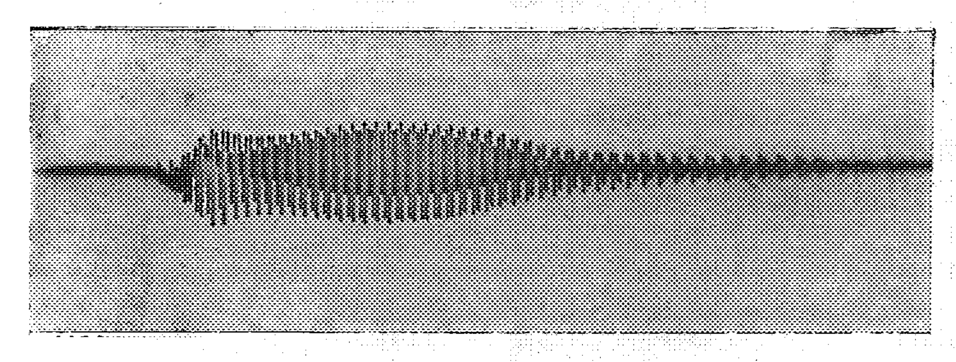
Elles subissent, pendant tout le temps où l'on prononce la voyelle, des modifications continuelles provenant de la variation d'amplitude d'un ou plusieurs des harmoniques composants, soit même de la disparition ou de la rentrée de certains de ces harmoniques.

En effet, dans une conversation courante les différents organes formant et modifiant

Agrandissement du dernier mot de la phrase : « Offert à l'Académie des Sciences par MM. Georges et Gustave Laudet. »



LAU



DET

les capacités résonnantes sont constamment en mouvement; il en résulte une modification continuelle de ces capacités, d'où variation également continuelle des harmoniques, signalée plus haut.

A titre d'exemple, nous avons extrait d'une phrase quelconque un mot de deux syllabes et l'avons fortement agrandi; la finesse de nos tracés nous a permis de réduire fortement l'échelle horizontale, afin de rendre plus apparentes ces modifications continuelles des voyelles, la rentrée des sons accessoires et des divers harmoniques devenus graphiquement visibles.

Les courbes de son enregistrées de cette façon permettront donc une analyse plus

facile des phénomènes de la phonation tant au point de vue physiologique qu'au point de vue mathématique.

Nous nous bornons pour l'instant à indiquer sans détails un des points les plus importants résultant de l'étude des photographies que nous présentons.

PHYSIQUE. — *Relation entre les effets biochimiques des radiations et la quantité absorbée (dosage fluoroscopique).* Note de M. H. GUILLEMINOT, présentée par M. Bouchard.

On sait que le pouvoir fluoroscopique des rayons X peut servir de mesure à leurs effets biochimiques tout au moins entre les rayons nº 2 et nº 10 environ du radiochromomètre de Benoist (¹). Les effets biochimiques d'un faisceau de rayons X sont à peu près proportionnels au pouvoir fluoroscopique de ce faisceau et au temps d'application.

Si l'on cherche à étendre cette proportionnalité aux rayons ultra-violets d'une part, et d'autre part au rayonnement complexe α, β, γ du radium, elle paraît, à première vue, tout à fait en défaut; ainsi on peut constater qu'un faisceau complexe du radium, à pouvoir fluoroscopique égal, a une action trois à quatre fois plus grande sur les graines des végétaux qu'un faisceau de rayons X (²).

Mais si, au lieu de mesurer la quantité d'énergie fournie par le faisceau incident, on considère la quantité d'énergie réellement absorbée par l'unité d'épaisseur du tissu étudié, l'aspect des résultats change et mon expérimentation personnelle m'a conduit à supposer que les effets biochimiques des radiations, quelles que soient leur qualité et leur nature, pourraient bien, pour une même quantité d'énergie absorbée, être du même ordre de grandeur.

Ces résultats très différents donnés par la quantitométrie du faisceau incident et par la quantitométrie du rayonnement absorbé m'ont engagé à exécuter des mesures précises de l'absorption des diverses radiations par les tissus. J'ai déjà indiqué les résultats de ces mesures en ce qui concerne les rayons X (³). Je vais donner aujourd'hui ceux de mes expériences sur le radium, mis en parallèle avec les précédents.

(¹) *Comptes rendus*, 11 novembre 1907; *Soc. Biol.*, 1er janvier, 8 février 1908.
(²) *Journal de Physiologie et de Pathologie générales*, janvier 1908.
(³) *Comptes rendus*, 16 mars 1908; *Arch. Élect. méd.*, 10 juin 1908.

Mode opératoire. — Je me sers, comme pour la mesure du rayonnement X, d'un intensitomètre composé d'une chambre noire portative, avec au fond une plage de platinocyanure de baryum présentant un degré de fluorescence déterminé qui correspond au quart de mon unité $\mathfrak{M}$ d'intensité de rayonnement, et une autre plage soumise au rayonnement X. Pour la commodité de la nouvelle expérimentation j'ai établi une troisième plage où le bristol servant de support à l'écran de platinocyanure a été enlevé, et qui sera soumise au rayonnement du radium filtré par les tissus étudiés.

En prenant comme unité du rayonnement global α, β, γ l'unité fluoroscopique $\mathfrak{M}$, il est facile de se rendre compte de l'intensité du rayonnement filtré par le procédé suivant : devant un tube de Crookes maintenu à un état constant, on place mon intensitomètre, puis on cherche en l'éloignant ou en l'approchant du tube la distance où la plage X et la plage étalon ont une luminosité égale (distance d'équivalence du tube); on note cette distance. On regarde alors la troisième plage (plage du rayonnement filtré) et on la compare avec la plage X suivant la même manœuvre. Quand on a l'égalité de fluorescence on lit la distance à laquelle on se trouve du tube. L'intensité du rayonnement X à cette distance est donnée par la Table dont je me sers couramment en radiothérapie. La comparaison de ces intensités suivant les filtres donne directement l'absorption.

Si le sel de radium qui sert à cette étude est en même temps l'étalon, il suffit de lui réserver une place déterminée dans le cylindre de plomb de la troisième plage, où l'on met les tissus étudiés. Aussitôt la mesure de l'équivalence faite, on le fait passer de la plage étalon à la troisième plage.

Résultats obtenus. — 1° *Exemples de détermination de l'intensité du faisceau incident.* — Le sel étalon que j'emploie (²), filtré par le bristol-support de l'écran de $0^{mm},3$ d'épaisseur, donne $0^{\mathfrak{M}},25$ d'intensité à 2^{cm}. Sans filtre il donne $0^{\mathfrak{M}},35$.

J'ai actuellement entre les mains un échantillon (¹) de bromure de radium d'activité 500000 et de $2^{cg},5$, qui acquiert peu à peu son intensité maxima et stable. Il donne $3^{\mathfrak{M}}$ au contact immédiat ; $0^{\mathfrak{M}},84$ à 8^{mm}; $0^{\mathfrak{M}},37$ à 2^{cm}.

On voit que la méthode permet de pratiquer très simplement *la quantitométrie du faisceau incident*. C'est ainsi que j'ai pu constater en particulier qu'il faut un faisceau trois ou quatre fois plus intense pour empêcher la germination des graines avec les rayons X qu'avec le rayonnement global du radium.

2° *Exemples de mesures de l'absorption.* — Voici, à titre d'exemple, la

---

(¹) 2^{cg} de bromure de radium d'activité 500000 étalés sur une surface de $1^{cm^2},75$.

(²) Cet échantillon m'a été confié par M. Beclère, qui m'a souvent aidé de ses conseils.

dernière mesure effectuée avec l'échantillon de $2^{cg},5$:

			m
Ce sel placé à 8^{mm} donne sans filtre un rayonnement de.........			0,84
En traversant un tissu cutané de $0^{mm},55$, il subit une absorption de			0,43
»	deux couches de ce tissu,	»	0,55
»	$1^{mm},5$ de muscle,	»	0,59
»	6^{mm} de muscle,	»	0,78

Si l'on rapproche ces résultats de ceux donnés par des rayons X de moyenne pénétration qui subissent une absorption inférieure à 30 pour 100 dans les six premiers millimètres de muscle traversés, par exemple, on voit que $0^{m},84$ ne subiraient qu'une absorption inférieure à $0^{m},25$ là où le rayonnement du radium considéré subit une absorption de $0^{m},78$.

Conclusions. — I. Pour établir un rapport entre les effets biochimiques des radiations et l'énergie radiante, ce n'est pas à la quantitométrie du faisceau incident qu'il faut s'adresser, mais à la mesure de l'énergie réellement absorbée. La quantitométrie fluoroscopique du faisceau incident suffit cependant dans certains cas : ainsi dans la limite de la gamme des rayons X.

II. La quantitométrie fluoroscopique du faisceau incident montrait de grandes divergences entre les effets biochimiques des rayons X et des rayons du radium. Le procédé de quantitométrie rationnelle que je viens de décrire tend au contraire à montrer qu'une même quantité d'énergie réellement absorbée, quelle qu'elle soit, produit des effets du même ordre de grandeur.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Chaleur de neutralisation de l'acide acétique et de l'acide benzoïque par l'aniline en milieu benzénique.* Note de MM. **Léo Vignon** et **Évieux**, présentée par M. A. Haller.

La neutralisation réciproque des acides et des bases en solution aqueuse dégage, dans un grand nombre de cas, les mêmes quantités de chaleur. On a expliqué ce fait en admettant que ces dégagements de chaleur proviennent simplement de la combinaison des ions H et OH.

Pour éliminer l'influence de l'ionisation, nous avons étudié, au point de vue thermochimique, la saturation de l'acide acétique et de l'acide benzoïque par l'aniline en milieu benzénique.

Le benzène employé était pur, soigneusement déshydraté par le carbo-

nate de potassium, le chlorure de calcium fondu et plusieurs distillations sur le sodium en fils.

Voici d'abord les chaleurs de dissolution moléculaire des substances expérimentées dans le benzène (1^{mol} dans 4^{l} C^6H^6) :

	Cal
Acide acétique $CH^3.CO^2H$	— 0,51
Acide benzoïque $C^6H^5.CO^2H^2$	— 3,54
Aniline $C^6H^5.NH^2$	— 1,09

Saturation acide acétique-aniline. — Le mélange de 200^{cm^3} de chacune des deux dissolutions benzéniques d'acide acétique et d'aniline, renfermant 1^{mol} dans 4^{l}, produit, vers 20°, un très faible abaissement de température de 0°,054, correspondant pour 1^{mol} à $-0^{Cal},16$.

D'autre part, nous avons préparé l'acétate d'aniline par mélange direct à froid de l'acide acétique et de l'aniline. On obtient une masse homogène, avec dégagement de chaleur.

La chaleur de dissolution de l'acétate d'aniline obtenu (1^{mol} dans 8^{l} C^6H^6), vers 20°, est égale à $-3^{Cal},63$.

On déduit de ces données pour la chaleur de formation x de l'acétate d'aniline liquide (acide et base liquides) :

Première série.	Cal	*Deuxième série.*	Cal
Dissolution aniline dans C^6H^6 (*a*).	$-1,09$	Acide acétique + aniline	x
Dissolution acide acétique dans C^6H^6 (*b*)	$-0,51$	Dissolution de l'acétate d'aniline	$-3,63$
Mélange de (*a*) et (*b*)	$-0,16$	Calories	$x-3,63$
Calories	$-1,76$		

$$x = 3^{Cal},63 - 1^{Cal},76 = +1^{Cal},87.$$

L'acétate d'aniline se forme donc par union directe des composants : il ne prend pas naissance quand on mélange des solutions benzéniques d'acide acétique et d'aniline.

Saturation acide benzoïque-aniline. — En mélangeant 200^{cm^3} d'une solution d'acide benzoïque dans le benzène (1^{mol} dans 4^{l}) à 200^{cm^3} d'une solution benzénique d'aniline (1^{mol} dans 4^{l}), on obtient un très faible dégagement de chaleur (?) de 0°,024 vers 15°, correspondant à $0^{Cal},08$ pour 1^{mol}.

Le benzoate d'aniline a été préparé par réaction directe de deux composants, en proportions moléculaires, vers 60° : on obtient une masse homogène, fusible de 66° à 77°. En pressant la masse refroidie entre des feuilles de papier à filtre, il se sépare un peu d'aniline, ce qui tendrait à prouver que la combinaison n'est pas intégrale.

La chaleur de dissolution de ce benzoate dans le benzène est égale, vers 15°, pour 1^{mol} dans 8^{l}, à $-9^{Cal},4$.

On en déduit, pour la chaleur de formation x du benzoate d'aniline solide, à partir de l'acide benzoïque solide et de l'aniline liquide :

Première série.

	Cal
Dissolution aniline dans C^6H^6...	—1,09
Dissolution acide benzoïque dans C^6H^6...	—3,54
Mélange de (a) et de (b) négligeable...	»
Calories...	—4,63

Deuxième série.

	Cal
Aniline + acide benzoïque...	x
Dissolution du benzoate d'aniline dans C^6H^6...	—9,4
Calories...	x—9,4

d'où l'on tire

$$x = 9^{Cal},40 - 4^{Cal},63 = +4^{Cal},77$$

pour la formation du benzoate d'aniline par union directe d'une molécule de chacun des composants.

Comme l'acide acétique, l'acide benzoïque se combine par union directe, partiellement ou intégralement, avec l'aniline. La combinaison ne prend pas naissance quand on mélange les solutions benzéniques d'acide benzoïque et d'aniline.

Nous avons appliqué la *méthode cryoscopique* aux solutions benzéniques des sels obtenus (acétate et benzoate d'aniline), en opérant avec l'appareil de Raoult : nous avons calculé les poids moléculaires correspondants. Voici les résultats :

	Poids moléculaires		
		calculés	
	trouvés.	pour le sel.	pour l'acide et la base séparés.
Acétate d'aniline...	111	153	106,5
Benzoate d'aniline...	151-153	215	168,5

Les sels sont détruits par dissolution dans le benzène.

Conductibilités électriques. — Ainsi qu'il fallait s'y attendre, les solutions benzéniques d'acide acétique, d'acide benzoïque, d'aniline, d'acétate et de benzoate d'aniline ne possèdent pas de conductibilité électrique appréciable.

En résumé, les fonctions acides et basiques de l'acide acétique ou de l'acide benzoïque et de l'aniline ne réagissent pas l'une sur l'autre en solution benzénique : il ne se forme pas de sel, contrairement à ce qui se passe dans l'eau ou par le contact des substances sèches.

Les sels formés au préalable sont détruits par dissolution dans le benzène.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de séparation de la silice et de l'anhydride tungstique.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Haller.

L'étude que nous poursuivons des combinaisons du silicium et du tungstène nous a obligé à effectuer de nombreuses séparations de ces deux éléments; dans une Note précédente (¹), nous avons indiqué que nous employions concurremment deux méthodes afin d'atténuer les inconvénients de chacune d'elles.

La méthode au bisulfate de potassium employée par Marignac (²) donne un poids de silice qui est toujours trop élevé, soit qu'il reste de petites quantités d'anhydride tungstique, soit qu'elle forme avec le sulfate de potassium une combinaison extrêmement difficile à décomposer (³).

La deuxième méthode que nous avons appliquée est celle étudiée par Friedheim, H. Henderson et Pinagel (⁴); elle consiste à traiter au rouge le mélange silice et anhydride tungstique par un courant de gaz chlorhydrique sec, par analogie de ce qui avait été fait pour la silice et l'anhydride molybdique; mais, si l'anhydride molybdique donne avec le gaz chlorhydrique une combinaison qui se volatilise facilement (⁵), il n'en est pas de même de l'anhydride tungstique, de sorte qu'il faut atteindre une température voisine de celle de décomposition de ce gaz pour arriver à entraîner, sous forme d'un dépôt jaune, qui se place à peu de distance de la nacelle, l'anhydride tungstique du mélange; pour que la séparation s'effectue, il est donc nécessaire de chauffer longtemps et quelquefois à une température qui exige l'emploi d'un tube en porcelaine.

Tout récemment M. Bourion (⁶) a indiqué un procédé de séparation de la silice et de l'anhydride tungstique basé sur l'action qu'exerce sur ces corps un mélange de chlore et de chlorure de soufre (⁷) qui, dans les conditions indiquées, donne naissance aux deux oxychlorures $TuOCl^4$ et TuO^2Cl^2 en même temps qu'à des composés du soufre.

(¹) Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 848.

(²) Marignac, *An. Ch. Phys.*, 4ᵉ série, t. III, 1864, p. 9.

(³) H. Rose, *Analyse quant.*, édit. franç., 1862, p. 872.

(⁴) Friedheim, H. Henderson, Pinagel, *Zeits. f. anorg. Chem.*, t. XLV, 1905, p. 396.

(⁵) Debray, *Comptes rendus*, t. XLVI, 1858, p. 1101. — Péchard, *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 173.

(⁶) Bourion, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1102.

(⁷) Matignon et Bourion, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 631 et 760.

Depuis quelque temps déjà nous avons employé avec succès une nouvelle méthode que nous allons exposer. Elle est basée sur ce que la silice, entre 600° et 900°, n'est pas réduite par l'hydrogène et ne donne à cette température aucune combinaison avec le chlore, tandis que, dans les mêmes conditions, l'hydrogène ramène l'anhydride tungstique à l'état d'oxydes inférieurs et même de métal; dans ces conditions il est alors facilement transformé par le chlore en hexachlorure ou en oxychlorures dans le cas d'oxyde inférieur.

On place le mélange silice et anhydride tungstique dans une nacelle qu'on chauffe au rouge dans un courant d'hydrogène; quand la réduction est totale, cette nacelle est introduite dans un tube en verre recourbé et disposé de manière à condenser les produits volatils de la réaction; on la chauffe au rouge dans un courant de chlore parfaitement sec; il se forme, quand l'appareil est complètement purgé d'air et si la réduction de l'anhydride tungstique a été complète, un mélange d'hexachlorure et d'oxytétrachlorure facilement reconnaissable à ses aiguilles d'un beau rouge rubis; si toutes ces conditions ne sont pas remplies, c'est un mélange d'oxychlorure rouge et d'oxychlorure jaune qui se dépose. Les récipients qui contiennent les produits volatils, chlorures et oxychlorures seulement, sont traités par l'eau ammoniacale, et dans les eaux de lavages toutes réunies on dose le tungstène par l'un des procédés connus.

La nacelle contient la silice; on la pèse, après en avoir chassé le chlore en la chauffant à l'air ou mieux dans l'hydrogène.

Pour s'assurer de la pureté de la silice, il faut que, dans cette dernière opération, le produit et la nacelle restent absolument blancs; il faut, en outre, que cette silice, traitée par le bisulfate de potassium fondu, ne donne aucune des réactions colorées, très sensibles et caractéristiques des combinaisons tungstiques [1]. Les essais effectués sur des mélanges en toutes proportions de silice et d'anhydride tungstique m'ont toujours donné d'excellents résultats.

En résumé, en faisant agir, à la température du rouge, alternativement l'hydrogène et le chlore, on peut facilement séparer la silice de l'anhydride tungstique; de plus, cette méthode est susceptible de généralisation; elle peut s'appliquer chaque fois que dans un mélange de deux composés oxygénés l'un de ces composés est réductible par l'hydrogène et que l'élément qui en résulte est capable de fournir avec le chlore un chlorure volatil.

---

[1] Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 308.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau principe d'automaticité dans la carburation.* Note de M. **A. Lauret**, présentée par M. E.-H. Amagat.

Le carburateur à pulvérisation, composé sous sa forme la plus simple d'un gicleur dans une canalisation d'aspiration d'air, ne donne pas aux différentes dépressions, et par suite aux différents régimes du moteur, un mélange d'air et d'essence de composition constante. Cela tient à ce que l'air et l'essence, aspirés chacun dans sa canalisation respective par la dépression, ne s'écoulent pas suivant la même loi quand cette dépression varie.

Tandis que le débit G_A de l'air aspiré est représenté en fonction de la dépression h par la formule

$$(1) \qquad c_3 G_A^2 = h,$$

c_3 étant une constante, le débit d'essence d'un gicleur ou conduit étroit percé en paroi relativement mince peut se représenter par la formule

$$(2) \qquad c_1 G_B^2 = c_2 G_B = h,$$

c_1 et c_2 étant également des constantes.

Cette formule découle de nombreuses expériences faites par M. Rummel avec de l'eau et par nous-même avec de l'alcool et de l'essence.

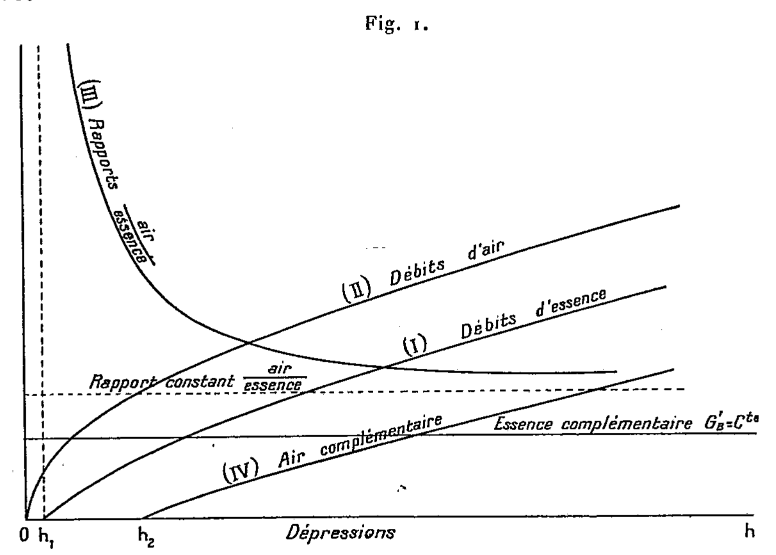
Le Tableau suivant montre la concordance de la formule (2) et de l'expérience. Les résultats se rapportent à un gicleur de carburateur Zénith $\left(\text{diamètre } \frac{83}{100} \text{ millimètre}\right)$.

Les hauteurs de charge sont comptées à partir de la plus petite charge qui détermine un écoulement d'essence.

Valeurs de G_B.	Valeurs de h mesurées.	Valeurs de h calculées.
14	3	3,05
20,5	5	4,9
35,3	10	10,4
45	15	15,3
53,8	20	20,1
62	25	25,4
68,3	30	29,8
75,2	35	34,6
82	40	40
$\frac{Q}{t} = \frac{\text{cm}^3}{\text{min.}}$.	h = cm. d'essence.	

Ceci posé, traçons (*fig.* 1) la courbe (I) des débits d'essence en fonction des dépressions et celle (II) des débits d'air. Nous obtenons pour la courbe des rapports $\frac{\text{air}}{\text{essence}}$ une branche hyperbolique de courbe qui a pour asymptotes la droite parallèle à l'axe des x représentant le rapport $\frac{\text{air}}{\text{essence}} = \text{const.}$ et la verticale $h = h_1$, h_1 étant la dépression sous laquelle commence à s'écouler l'essence.

Fig. 1.



Pour rétablir la proportion constante d'air et d'essence le moyen innové par M. Krebs et généralement employé jusqu'à ce jour consiste à introduire des quantités d'air additionnelles proportionnelles aux ordonnées de la courbe (IV), c'est-à-dire aux différences de celles des courbes d'air et d'essence, réduites à la même échelle pour $h = h_2$ (dépression minima qu'on se propose d'utiliser).

Un deuxième procédé inventé par M. Baverey et appliqué dans le carburateur Zénith consiste à adjoindre au premier gicleur qui débite trop peu d'essence aux faibles allures et trop aux grandes, un deuxième gicleur qui débite peu d'essence aux grandes vitesses et davantage aux petites. Si l'on remarque qu'un jet d'essence débité à l'air libre par un orifice sous charge constante a un débit invariable et donne par tour du moteur des quantités d'essence inversement proportionnelles au nombre de tours, et par suite plus faibles aux grandes vitesses qu'aux petites, on peut affirmer que l'adjonction d'un tel jet à un jet ordinaire corrigera les variations du mélange.

La compensation peut être complète. — Soient h_1 la dépression sous laquelle commence à jaillir l'essence, K la valeur qui doit être constante du rapport $\frac{\text{essence}}{\text{air}}$, Γ_B le débit total d'essence, G'_B celui du jet compensateur;

on a

$$(3)\qquad c_1 G_B^2 + c_2 G_B = h - h_1,$$

$$(4)\qquad \Gamma_B = G_B + G'_B,$$

$$(5)\qquad \Gamma_B = KG_A.$$

De ces équations, jointes à l'équation (1), on tire

$$(6)\qquad \Gamma_B^2\left(c_1 - \frac{c_3}{K^2}\right) + \Gamma_B(c_2 - 2c_1 G'_B) + c_1 G'^2_B - c_2 G_B + h' = 0.$$

Pour que cette identité (6) soit vérifiée quel que soit Γ_B, il faut et il suffit que

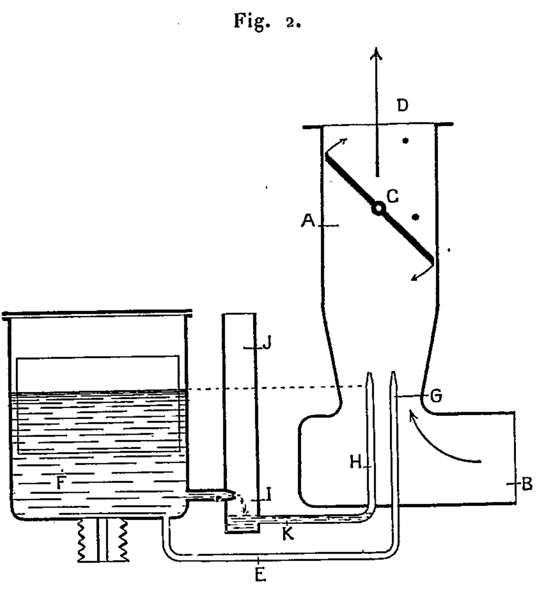
$$(\alpha)\qquad \frac{c_3}{c_1} = K^2,$$

$$(\beta)\qquad \frac{c_2}{c_1} = 2G'_B,$$

$$(\gamma)\qquad c_2 G'_B = 2h'.$$

Ces équations, qui expriment que la courbe résultante des débits d'es-

Fig. 2.



sence est comme celle des débits d'air une parabole rapportée à son axe et sa tangente au sommet, sont faciles à satisfaire dans la pratique.

Réalisation (*fig.* 2). — A un jet ordinaire puisant directement son essence dans le vase à niveau constant F est adjoint le jet compensateur H,

qui puise son essence dans une pipe J ouverte à l'air libre. Un gicleur calibré I débite dans cette pipe de l'essence sous une charge constante.

Les paramètres dont on dispose sont c_1, c_2, G'_B et h_1; c_1 et c_2 sont des fonctions des dimensions des gicleurs; si l'on se donne la longueur des gicleurs, il reste trois paramètres qui doivent satisfaire aux trois équations (α), (β), (γ). On peut aisément les calculer, mais il est pratiquement plus simple de les déterminer par une suite d'essais sur un moteur au banc.

En plus de son automaticité rigoureuse qui assure des reprises parfaites, le carburateur à double jet d'essence a l'avantage de ne posséder aucune pièce en mouvement et d'être, par suite, strictement indéréglable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution de quelques dérivés du diphénylméthane et préparation de quelques composés orthodiaminés de la même série.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. Haller.

Avant de poursuivre mes recherches sur les bisazoïques, je vais démontrer la constitution du monoacétyldiphénylméthane et celle de l'acide dinitrodiphénylméthanedicarbonique décrits précédemment, ainsi que la formule du dinitrodiacétyldiphénylméthane dont il sera question plus loin.

La constitution du premier de ces composés s'établit aisément ; en effet, oxydé par l'acide chromique en solution acétique, il fournit l'acide benzophénone-*p*-carbonique fondant à 194°.

Pour démontrer la formule de l'acide dinitrodiphénylméthanedicarbonique, on part du *o-o*-dinitro-*p-p*-diaminodiphénylméthane qu'on diazote et qu'on traite par le cyanure cuivreux ; on obtient le *p-p*-dinitrile correspondant qui par saponification fournit l'acide *o-o*-dinitrodiphénylméthane-*p-p*-dicarbonique, identique au produit direct de nitration de l'acide diphénylméthane-*p-p*-dicarbonique.

D'autre part, l'oxydation du *o-o*-dinitrodiphénylméthane-*p-p*-dicarbonate d'éthyle par l'acide chromique en solution acétique permet d'isoler du *o-o*-dinitrobenzophénone-*p-p*-dicarbonate d'éthyle fondant à 131°. Or, si l'on oxyde le dinitro-*p-p*-diacétyldiphénylméthane par un excès d'hypobromite, puis que l'on éthérifie l'acide obtenu au moyen de l'alcool et de l'acide chlorhydrique, on obtient identiquement le même composé. Enfin, si on laisse agir pendant 24 heures l'acide nitrique sur le *p-p*-diacétyldiphénylméthane en solution dans l'acide sulfurique, on peut isoler de l'acide *o-o*-dinitrodiphénylméthane-*p-p*-dicarbonique.

Je vais indiquer maintenant la préparation de quelques dérivés orthodiaminés qui me serviront dans mes recherches sur les bisazoïques.

o-o-dinitro-p-p-diacétyldiphénylméthane. — Pour obtenir ce composé, on nitre le diacétyldiphénylméthane vers — 10° par l'acide nitrique réel et incolore, en présence d'acide sulfurique; on précipite ensuite sur la glace, essore, lave et fait cristalliser dans l'alcool.

Aiguilles blanc jaunâtre, peu solubles dans le benzène, l'acide acétique, l'alcool, insolubles dans la ligroïne et fondant à 151°.

$$\begin{matrix}(1)\\(4)\end{matrix}\quad \begin{matrix}NO^2\\ CH^3-CO\end{matrix}\!\!>C^6H^3-CH^2-C^6H^3\!\!<\!\!\begin{matrix}NO^2\\ CO-CH^3\end{matrix}\quad\begin{matrix}(1')\\(4')\end{matrix}.$$

Son oxime fond à 224°.

o-o-diamino-p-p-diacétyldiphénylméthane. — On réduit par le chlorure stanneux le dérivé nitré correspondant, on précipite ensuite l'amine par un grand excès de potasse, puis on essore, lave et fait cristalliser le produit dans l'alcool.

Aiguilles jaunes, solubles dans l'alcool et l'acétone, peu solubles dans l'éther et le benzène; elles fondent à 166°.

o-o-dinitrodiphénylméthane-p-p-dinitrile. — On diazote le *o-o*-dinitro-*p-p*-diaminodiphénylméthane en solution chlorhydrique, puis on fait tomber le diazoïque en mince filet et en agitant dans la solution chaude de cyanure cuivreux, et on laisse refroidir. On essore ensuite, lave le produit à l'acide chlorhydrique et à l'eau; on le sèche à l'étuve, on l'extrait au benzène que l'on chasse ensuite au bain-marie, et l'on traite le résidu par l'éther, qui élimine les produits huileux; finalement on essore, lave à l'éther et fait cristalliser dans l'alcool ou dans l'acide acétique dilué après traitement au noir animal.

Cristaux jaune vif, solubles dans l'acétone, le benzène, le chloroforme, l'acide acétique, peu solubles dans l'alcool et fondant à 195°.

$$\begin{matrix}(1)\\(4)\end{matrix}\quad \begin{matrix}NO^2\\ CN\end{matrix}\!\!>C^6H^3-CH^2-C^6H^3\!\!<\!\!\begin{matrix}NO^2\\ CN\end{matrix}\quad\begin{matrix}(1')\\(4')\end{matrix}.$$

o-o-diaminodiphénylméthane-p-p-dinitrile. — On réduit le dinitrodiphénylméthane-dinitrile par le chlorure stanneux, puis on étend d'eau, filtre, ajoute un excès de potasse, essore et fait cristalliser dans l'alcool.

Cristaux jaune clair, solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme, et fondant à 236°.

o-o-dinitro-p-p-diacétyldiaminodiphénylméthane. — On l'obtient en acétylant le dinitrodiaminodiphénylméthane par l'anhydride acétique.

Cristaux jaunes, solubles dans l'alcool, l'acide acétique, insolubles dans le benzène, l'éther, le chloroforme, et fondant à 229°.

$$\begin{matrix}(1)\\(4)\end{matrix}\quad \begin{matrix}NO^2\\ CH^3-CO-NH\end{matrix}\!\!>C^6H^3-CH^2-C^6H^3\!\!<\!\!\begin{matrix}NO^2\\ NH-CO-CH^3\end{matrix}\quad\begin{matrix}(1')\\(4')\end{matrix}.$$

p-p-diacétyl-o-o-p-p-tétraminodiphénylméthane. — Pour l'obtenir, on réduit le

dinitrodiacétyldiaminodiphénylméthane par le chlorure stanneux; on étend d'eau, filtre, précipite ensuite le dérivé aminé par un excès de potasse, puis on essore, lave et fait cristalliser le produit dans l'eau après traitement au noir animal.

Aiguilles blanches, solubles dans l'alcool et la pyridine, peu solubles dans l'eau, insolubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme, et fondant à 244°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétones-alcools-β, αα-dialcoylées. Transposition par déshydratation.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **I. Herman**, présentée par M. A. Haller.

Ainsi que nous l'avons montré, la cétone

$$CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - C^2H^5$$

se transpose sous l'influence des alcalis et donne naissance à une cétone non saturée, la méthovinylisopropylcétone

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>\!C - CO - CH(CH^3)^2.$$

Cette transposition peut s'expliquer de deux manières : ou bien on admet la migration du groupement fonctionnel alcoolique suivie d'une déshydratation, ou bien il faut supposer une déshydratation primitive suivie de la migration d'un méthyle :

$$CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - CH^2 - CH^3 \rightarrow (CH^3)^2CH - CO - CH\!\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^2OH \end{matrix}$$

$$\rightarrow (CH^3)^2CH - CO - C\!\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown\!\diagdown CH^2, \end{matrix}$$

$$CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - CH^2 - CH^3 \rightarrow \,>\!CH - \underset{CH^3}{\overset{CH^3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}} - CO - CH^2 - CH^3$$

$$\rightarrow CH^2 = \overset{CH^3}{\overset{|}{C}} - CO - CH\!\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3. \end{matrix}$$

Il est logique d'admettre que, dans cette seconde hypothèse, l'action des agents de déshydratation sur l'oxypivalyléthylcétone devrait conduire, comme celle des alcalis, à la méthovinylisopropylcétone. Afin d'élucider ce point, nous avons traité l'oxypivalyléthylcétone par l'anhydride phosphorique. Dans ces conditions, on obtient bien une cétone non saturée, mais cette cétone est absolument différente de la méthovinylisopropylcétone.

Elle bout, en effet, à 52° sous 15mm et donne une *p*-nitrophénylhydrazone et une semicarbazone qui fondent, la première à 134°, et la seconde à 161°-162°. Cette cétone non saturée renfermant le même nombre d'atomes de carbone que la cétone-alcool primitive, il en résulte qu'elle ne peut prendre naissance, elle aussi, que par suite d'une transposition, mais cette transposition doit être différente de celle qui conduit à la méthovinylisopropylcétone. En examinant les diverses hypothèses possibles, on est conduit à penser que la cétone non saturée obtenue par déshydratation ne peut répondre qu'à l'une des constitutions suivantes :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C = CH - CO - C^2H^5,$$

$$CH^3 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO - C^2H^5.$$

Or la première de ces cétones a été obtenue antérieurement par M. Maire et l'un de nous, et ses propriétés, ainsi que celles de ses dérivés, la différencient nettement de la cétone de déshydratation. Celle-ci devait donc, selon toute vraisemblance, constituer la tiglyléthylcétone.

Nous avons réussi à préparer la tiglyléthylcétone synthétiquement en suivant la méthode que nous avons déjà indiquée et par la série des réactions suivantes :

$$\begin{aligned} & CH^3 - CHOH - CH(CH^3) - CO^2H \\ & \rightarrow CH^3 - CH(O - CO - CH^3) - CH(CH^3) - COCl + I - Zn - C^2H^5 \\ & \rightarrow CH^3 - CH(O - CO - CH^3) - CH(CH^3) - CO - C^2H^5 \\ & \rightarrow CH^3 - CHOH - CH(CH^3) - CO - C^2H^5 \\ & \rightarrow CH^3 - CH = C(CH^3) - CO - C^2H^5. \end{aligned}$$

Nous ajouterons d'ailleurs que cette cétone peut être obtenue directement dans des conditions satisfaisantes par action du chlorure de tiglyle sur l'iodure de zinc éthyle. Le produit synthétique s'est montré de tous points identique à celui qui résulte de la déshydratation de l'oxypivalyléthylcétone. La transposition qui se produit dans la déshydratation est donc la suivante :

$$\begin{aligned} & CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - C^2H^5 \rightarrow \rangle CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(CH^3) - CO - C^2H^5 \\ & \qquad \rightarrow CH^3 - CH = C(CH^3) - CO - C^2H^5, \end{aligned}$$

et, par suite, elle est parallèle à celle que l'un de nous, en collaboration

avec M. Courtot, a observée dans la déshydratation de l'acide oxypivalique et qui donne de l'acide tiglique.

De ces faits il résulte que la formation de la méthovinylisopropylcétone par action des alcalis sur l'oxypivalyléthylcétone ne peut être expliquée par une transposition consécutive à une déshydratation, mais que, au contraire, la transposition est primitive et suivie d'une déshydratation. C'est un exemple de migration du groupement fonctionnel alcool primaire, migration analogue à celle du carboxyle, mise en évidence par M. Courtot et l'un de nous, mais qui, cependant, repose sur un mécanisme différent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude de la concentration moléculaire des liquides de l'organisme à l'état pathologique.* Note de M. **Adolphe Javal**, présentée par M. Armand Gautier.

On sait que les liquides normaux ou pathologiques de l'organisme humain (sérum sanguin, liquide céphalo-rachidien, liquide d'œdème, liquide pleural, liquide d'ascite) ont, en général, une concentration moléculaire telle que leur point cryoscopique Δ s'écarte très peu de $-0^{\circ},56$. C'est à ce degré de concentration que s'établit l'isotonie normale.

Dans certaines maladies, et surtout dans les périodes aiguës de l'insuffisance cardio-rénale, les humeurs peuvent présenter des anomalies de concentration. L'hypoconcentration est relativement rare et en général peu accentuée; l'hyperconcentration est au contraire assez fréquente et peut présenter de bien plus grands écarts par rapport au chiffre normal. Sur 150 analyses de différents liquides prélevés chez les malades, nous avons observé 11 fois seulement de l'hypotonicité avec un maximum d'écart de $0^{\circ},05$, et 65 fois de l'hypertonicité avec un maximum d'écart de $0^{\circ},24$.

Lorsqu'un liquide de l'économie devient hypertonique, on constate, en général, dans tous les liquides normaux et dans les transsudats pathologiques s'il en existe, une hypertonicité sinon identique, du moins de même sens. Il peut donc y avoir isotonie entre les liquides, quel que soit leur taux de concentration; mais cette isotonie, en hypertonicité générale, est moins parfaite que l'isotonie qu'on est habitué à rencontrer en tonicité normale.

On peut voir entre différents liquides hypertoniques, prélevés au même instant chez le même malade, des écarts de plusieurs centièmes de degré, sans qu'il soit possible de prévoir, ni d'après la nature des liquides examinés, ni d'après l'évolution de la maladie, les différences que révélera la recherche du point cryoscopique des humeurs.

D'après les recherches exposées ici par M. Winter [1], le chlorure de sodium serait chargé de maintenir l'isotonie entre les liquides normaux de l'organisme. Ce rôle nous a paru très limité lorsque l'isotonie s'établit à un taux anormal. Lorsque nous avons constaté une augmentation de la concentration moléculaire, nous n'avons pas trouvé, en général, un afflux de chlorure de sodium correspondant à cette hyperconcentration.

Le fait est délicat à vérifier, précisément en raison de ce que, pour l'organisme sain, la chloruration normale des liquides ne s'exprime pas par un chiffre aussi constant que le Δ normal de ces mêmes liquides. On trouve d'un sujet à l'autre et d'un moment à l'autre des variations de chloruration signalées par tous les auteurs, notamment par Gübler, Straus, Frerichs, Jacobson.

Les liquides pathologiques que nous avons analysés nous ont donné les teneurs suivantes en NaCl par litre :

Liquides examinés.	Nombre d'analyses.	Maximum (par litre).	Minimum (par litre).	Chiffres les plus fréquents (par litre).
Kyste de l'ovaire.........	2	8g,48	8g,21	»
Liquide céphalo-rachidien.	10	7,37	6,66	7g à 7g,25
Liquide d'œdème.........	13	6,90	5,85	6,25 à 6,50
Liquide pleural	42	6,72	5,03	6 à 6,60
Liquide d'ascite..........	15	6,67	5,56	6 à 6,50
Sérum sanguin...........	49	6,79	4,68	5 à 6

Dans nos analyses, ce ne sont pas les liquides les plus hypertoniques qui se sont montrés les plus riches en NaCl. Pour en donner des exemples typiques, nous ne rapporterons que des cas où l'hypertonicité était considérable.

Liquide examiné.	Diagnostic.	NaCl par litre.	Δ.
Sérum sanguin...........	Cardio-brightique.	4g,91	−0°,72
»	Id.	5,09	−0,76
»	Myocardite.	5,15	−0,76
»	Urémie.	5,61	−0,745
»	Id.	5,85	−0,71
Liquide pleural	Insuffisance mitrale.	6,38	−0,69
»	Urémie.	6,43	−0,74
Sérum sanguin...........	Pneumonie.	6,79	−0,71
OEdème.................	Urémie.	6,90	−0,77
Liquide céphalo-rachidien.	Fièvre typhoïde.	7,14	−0,72

[1] *Comptes rendus*, 1895, 2e semestre, p. 696; 1896, 2e semestre, p. 1298; 1897, 1er semestre, p. 777.

On voit donc très souvent une grande hypertonicité des liquides coïncider avec une chloruration à peu près normale. D'après la loi de Blagden et la théorie d'Arrhénius, 1^g de NaCl supplémentaire par litre abaisserait le Δ de $0^o,06$. En tous cas, nous ne trouvons jamais dans ces liquides un excès de NaCl capable d'expliquer l'abaissement du Δ observé.

Ces mêmes liquides hypertoniques sont souvent très riches en matières azotées. Nous n'avons pas trouvé non plus, dans nos nombreuses expériences, une proportion exacte entre la rétention azotée et l'hyperconcentration totale, mais il y a souvent parallélisme des deux phénomènes. Nous en avons déjà donné ailleurs des exemples avec M. Widal [1].

On peut cependant observer des cas où l'excès de concentration moléculaire correspond à peu près exactement à l'abaissement du Δ que donnerait, par le calcul, l'excès d'urée trouvé à l'analyse. Ce sont pour ainsi dire des cas d'urémie pure.

En général, la rétention azotée ne suffit pas à rendre compte de l'hyperconcentration moléculaire totale; mais le plus souvent elle peut l'expliquer en partie, alors que NaCl au contraire ne paraît ordinairement jouer aucun rôle dans les anomalies de la tonicité.

MINÉRALOGIE. — *Sur un caractère chimique différentiel des orthoses et des microclines.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans des recherches datant de 1855, Kirchhoff, Bunsen et Jensch ont signalé la présence du lithium dans un certain nombre d'orthoses; quelques années plus tard, en 1862, Erdmann indiqua la présence du rubidium dans l'orthose de Carlsbad; ces observations intéressantes attirèrent mon attention, et je me suis demandé si ces métaux, homologues du potassium et du sodium, accompagnaient constamment ceux-ci dans les feldspaths potassiques.

Grâce à l'extrême obligeance de M. Gonnard, qui a mis une partie de sa belle collection à ma disposition, j'ai pu mener à bien cette recherche et ce sont les résultats de ce travail qui font l'objet de cette Note.

L'examen spectroscopique des bases alcalines contenues dans les feld-

(1) Widal et Javal, *La cure de déchloruration.* Paris, Baillière, 1906.

spaths se fait aisément, à l'aide des chlorures placés dans la flamme bleue d'un bec de Bunsen; il est donc nécessaire d'extraire ces bases à l'état de chlorures parfaitement purs.

Pour réaliser cette séparation, j'opère de la manière suivante :

Le feldspath, réduit en poudre impalpable, est placé dans une capsule en platine et mélangé avec le double de son poids d'acide sulfurique pur à 50 pour 100. On ajoute alors, par portions successives, une solution concentrée d'acide fluorhydrique pur, jusqu'à dissolution totale. Cette opération s'effectue sans danger, sous une chapelle munie d'un bon tirage; on achève la dissolution au bain-marie et l'on évapore à sec; on calcine ensuite très légèrement sur un bec Bunsen de manière à enlever l'acide fluorhydrique qui pourrait rester, ainsi que l'excès d'acide sulfurique.

Le résultat de ce traitement, traité par l'eau bouillante, se dissout intégralement, c'est le cas général; mais si le feldspath renferme de la baryte, de la strontiane ou une forte proportion de chaux, on obtient un résidu qu'on sépare et qu'on examine à part.

La dissolution renferme toutes les bases à l'état de sulfates; on précipite l'alumine, les oxydes métalliques et la magnésie par un lait de chaux pure ajouté peu à peu dans la liqueur chaude, en agitant jusqu'à réaction alcaline.

Après avoir maintenu le tout au bain-marie pendant 5 à 10 minutes, on filtre et on lave soigneusement le précipité.

La liqueur filtrée et les eaux de lavages réunies sont évaporées au bain-marie et ramenées à un volume de 500^{cm^3} environ; on y verse un léger excès d'une solution concentrée de chlorure de baryum, qui transforme les sulfates en chlorures, et l'on élimine l'excès de chlorure de baryum, ainsi que les combinaisons calciques, par addition d'un faible excès de carbonate d'ammonium.

Après avoir séparé par filtration le précipité de sulfate et de carbonate insolubles, on évapore la liqueur à sec dans une capsule de platine et, par calcination, on chasse les sels ammoniacaux, ce qui donne les chlorures alcalins fondus.

Il n'y a plus qu'à les reprendre par l'eau bouillante, filtrer la dissolution pour séparer une trace de matière insoluble, et évaporer pour les obtenir purs.

La technique des observations spectroscopiques appliquées aux recherches de Chimie minérale a été exposée en détail dans le Livre de M. Lecoq de Boisbaudran, *Spectres lumineux* (Gauthier-Villars, 1874). Je me suis conformé aux indications contenues dans ce remarquable Ouvrage.

Quand les minéraux soumis au traitement indiqué ci-dessus contiennent du lithium, l'examen spectroscopique des chlorures met immédiatement en évidence la présence de cet élément. En ce qui concerne le rubidium, les choses se passent autrement; quelques feldspaths donnent les chlorures dont l'examen spectroscopique montre de suite la double raie R$b\gamma$ (notation de M. Lecoq de Boisbaudran) peu intense, d'autres donnent dans cette

partie du micromètre une irradiation rouge, et enfin certains d'entre eux ne donnent rien.

Dans ce cas, si l'on veut chercher le rubidium, on procède comme il suit :

Les chlorures dissous dans l'eau distillée sont additionnés d'une solution de chlorure platinique, capable de précipiter $\frac{1}{5}$ environ du chlorure de potassium, et, après agitation, on laisse reposer le mélange pendant 12 heures.

On jette le précipité sur un filtre sans pli, et on lave à l'eau distillée jusqu'à ce que le précipité soit réduit aux $\frac{2}{3}$ de la quantité primitive environ.

Tout le rubidium, s'il y en a, reste concentré dans la partie indissoute.

Le chloroplatinate ainsi obtenu est décomposé par le procédé connu, et les chlorures séparés du platine métallique sont soumis à l'examen spectroscopique.

Dans la plupart des cas, les chlorures donnent la double raie $Rb\gamma$ et, plus faiblement, les deux raies violettes $Rb\alpha$ et $Rb\beta$, mais toujours la première, à moins que le rubidium n'existe pas dans le minéral soumis à l'examen.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer que, dans une pareille recherche, il est indispensable d'opérer sur des feldspaths aussi purs et aussi bien conservés que possible; on les brise et, à l'aide de la loupe, on élimine soigneusement toutes les impuretés. J'ai dû sacrifier ainsi de très beaux échantillons minéralogiques.

Les méthodes analytiques que je viens de décrire sommairement, appliquées à l'examen de vingt-cinq orthoses ou variétés d'orthoses bien caractérisés, et à vingt microclines également bien choisis et de provenances très diverses, m'ont conduit au résultat ci-dessous :

1. Les orthoses renferment constamment, en petites quantités, soit du lithium, soit du rubidium, et assez fréquemment les deux métaux alcalins simultanément.

2. Les microclines n'en renferment pas.

J'en conclus :

I. Que les orthoses constituent une espèce indépendante, caractérisée par sa forme monoclinique et la présence de petites quantités de lithium et de rubidium;

II. Que l'examen chimique des orthoses et des microclines, venant en aide aux observations optiques, permettra de distinguer ces deux espèces minéralogiques.

ZOOLOGIE. — *Sur le* Synalpheion Giardi, *n. gén., n. sp., Entoniscien parasite d'une Synalphée.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Joannes Chatin.

Le parasite qui fait l'objet de cette Note me paraît être le premier exemple connu d'un Entoniscien infestant un Décapode Macroure. L'hôte est un Eucyphote, le *Synalpheus longicarpus* Herrick. Le spécimen parasité est unique, parmi 2000 au moins que j'ai pu examiner. Il mesure 18^{mm}, sa castration paraît complète. Il a été recueilli par l'*Albatros* dans le canal de Yucatan (st. 2362).

Les 16 espèces connues d'Entonisciens infestent toutes des Crabes ou des Porcellanes. Il est naturel de trouver des différences importantes entre les parasites respectifs de deux groupes aussi distants de Décapodes. Mais il est très remarquable que le nouvel Entoniscien puisse à peine être séparé des *Entoniscus* parasites des Porcellanes, alors que les hôtes sont tenus pour infiniment plus éloignés que les Porcellanes et les Crabes.

C'est ainsi que les points suivants sont communs aux *Entoniscus* et au *Synalpheion Giardi :*

Le parasite est tout entier situé du même côté du tube digestif. La cavité incubatrice est ouverte ; elle contient des pontes sucessives à tous les degrés de développement, y compris un grand nombre de larves épicaridiennes. La masse ovarienne ne présente que quelques prolongements irréguliers peu importants. La portion abdominale est conique, effilée; les pléopodes triangulaires, accolés au corps.

Le mâle, relativement grand par rapport à son énorme femelle ($1^{mm},5$ et 10^{mm} environ), a ses six paires de pattes réduites à des moignons ovoïdes, et son telson est indivis.

Les larves épicaridiennes sont allongées (380^{μ} sur 130^{μ} environ); leur dernière paire de péréiopodes n'a pas de baguette latérale sétifère et l'article basal des pléopodes uniramés porte une seule soie.

Voici, par contre, les caractères permettant de séparer le nouveau genre *Synalpheion :*

1° Le parasite se laisse deviner aussi aisément qu'un Bopyrien : la moitié dorsale de la carapace de l'hôte est soulevée en une volumineuse tumeur qui contient tout l'Entoniscien, sauf la moitié distale du pléon.

Le corps du parasite est courbé en une boucle presque complète, ouverte en avant, inclinée à gauche et logée aussi à gauche du plan sagittal de l'hôte. Le cœur de celui-ci a été luxé du même côté jusque contre la paroi de la tumeur et comprimé latéralement.

2° Le céphalogaster ne porte qu'un très faible sillon médian. Une portion étroite, libre

de toute insertion, le relie à la masse ovarienne. Les bourrelets antennaires sont très peu saillants.

3° Il n'y a que quatre paires de lames incubatrices, au moins chez l'adulte, et les deux antérieures sont réduites à une seule lame. Elles se terminent en festons larges et rares et s'incurvent très irrégulièrement pour tapisser la paroi de la tumeur suivant des plans partiellement superposés. Elles cachent le corps entier du parasite sauf le pléon. Celui-ci n'a pas ses bords frangés à la base.

4° Le sac isolant le *Synalpheion* des viscères de son hôte devient autour du pléon un tube très rétréci, débouchant dans la chambre branchiale de façon très curieuse. Il suit verticalement la paroi droite du corps, aborde la paroi à travers la base d'insertion de la troisième pleurobranchie en évitant le hile des vaisseaux, descend dans la branchie même et va s'ouvrir à sa face inférieure plane par un orifice ovale très oblique. C'est probablement la place la plus aisément attaquable et la mieux abritée de la chambre branchiale.

5° La tête du mâle, régulièrement atténuée, n'a pas de lobes latéraux.

6° Les antennes de larves ont six articles; les péréiopodes de la sixième paire ont l'article distal terminé par deux pointes dont l'une très courte et latérale. Les pléopodes de la cinquième paire sont aussi développés que les précédents.

De ces divers caractères les deux derniers sont les plus importants et l'on peut dire que les progrès réalisés par le type Entoniscien depuis les Eucyphotes jusqu'aux Porcellanes ont été sensiblement nuls.

D'autre part, des parasites aussi visibles que les *Synalpheion* étant impossibles à méconnaître, leur rareté apparente implique vraisemblablement leur rareté réelle.

Ces particularités rapprochées permettent de concevoir comme il suit l'évolution des Entonisciens.

Ces Épicarides auraient parasité les Décapodes Macroures inférieurs au même titre que les Bopyriens. C'est un trait nouveau et important, venant s'ajouter à ceux qui rapprochent déjà ces deux familles de parasites. Mais l'aménagement intérieur de l'hôte paraît avoir été le facteur essentiel de la fortune des Entonisciens.

Chez les Macroures, l'obligation de se développer dans le sens vertical en soulevant la carapace, par suite de la forme comprimée du corps, leur a offert des conditions défavorables et a rendu leur extension précaire. On découvrira certainement d'autres Entonisciens infestant des Macroures, *Natantia* ou *Reptantia,* mais on peut prévoir, je crois, qu'ils seront très semblables entre eux, et surtout rarissimes et fortuits.

Il faut que les Décapodes parviennent jusqu'à la forme déprimée et Brachyure pour que les Entonisciens trouvent dans leur cavité viscérale un espace adéquat. A partir de ce point, non encore réalisé chez les Porcel-

lanes, on voit leur fréquence devenir relativement grande, leur organisation se varier (5 genres, 11 espèces), leur complication atteindre son maximum par la chambre incubatrice fermée, les pléopodes spongieux, la taille très grande de la femelle, dont le mâle devient de plus en plus réduit et accessoire, la puissance de multiplication.

ZOOLOGIE. — *Anatomie et histologie comparées des glandes de Blochmann chez les Tectibranches.* Note de MM. **Rémy Perrier** et **Henri Fischer**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1163), nous avons mentionné, parmi les glandes palléales de défense du Scaphandre, l'existence de formations glandulaires spéciales, que nous avons appelées *glandes de Blochmann*, du nom de l'auteur qui a fait connaître un type analogue chez les Aplysies (*Z. W. Z.*, 1883). Nos recherches prouvent que leur existence est, sinon générale, du moins très répandue chez les Tectibranches; nous les avons retrouvées notamment chez les *Bulla striata*, *Acera bullata*, *Aplysia depilans*, à l'étude desquels nous limitons cette Note, laissant de côté les autres espèces, où on les revoit cependant, mais avec des caractères assez différents. Nos études comparatives nous permettent en outre de préciser quelques points de cytologie, jusqu'ici inexactement connus.

Les glandes sont toujours localisées au niveau de la fente palléale; mais elles varient sous le rapport de leur disposition et de leur fréquence. Généralement assez espacées et plongées dans un tissu conjonctif plus ou moins abondant, elles sont au contraire si nombreuses chez *Bulla*, qu'elles remplissent exactement toute l'épaisseur du manteau et réduisent au minimum le tissu conjonctif intercalé, en sorte qu'une coupe présente un aspect alvéolaire tout à fait caractéristique.

Chaque glande comprend toujours un *canal pluricellulaire*, venant déboucher dans la cavité palléale, et un *calice musculaire* entourant une volumineuse *cellule glandulaire*.

Le canal, relativement court et tapissé de cellules aplaties chez les Aplysies, s'allonge notablement chez les Scaphandres, en même temps que ses cellules grossissent et deviennent nettement sécrétantes; enfin, chez les Bulles, le canal atteint une longueur énorme ($0^{mm},5$ pour les glandes les plus profondes) et les cellules qui le revêtent sont nettement vibratiles; nous avons vainement cherché des cils vibratiles dans les autres formes; la même diffé-

rence se retrouve d'ailleurs pour l'épithélium palléal dans ces diverses espèces.

Le calice musculaire est absolument constant ; tandis que chez les Scaphandres il présente une épaisseur très grande (15^{μ}), et qu'on y voit plusieurs couches de fibres orientées en sens divers suivant leur profondeur, il nous a paru beaucoup plus mince dans les autres types.

La cellule glandulaire, de très grandes dimensions, est manifestement une cellule mérocrine : elle est remplie d'abord exactement par le protoplasme ; les substances qu'élabore celui-ci forment de petites vacuoles, qui plus tard se réunissent au centre de la cellule, ainsi creusée d'une grande cavité, en communication avec le col, ce qui lui donne l'aspect d'une cellule caliciforme. Le protoplasme persiste à la périphérie, contenant à son intérieur des granulations, particulièrement nettes chez l'Aplysie, grâce à la coloration spéciale qu'elles y prennent : elles sont constituées par une partie centrale colorée en rose par l'éosine et entourée d'une auréole incolore ; c'est vraisemblablement un premier stade de différenciation du liquide sécrété. Le noyau subit des modifications profondes, qui ont été assez exactement décrites par Mazzarelli (1893) ; mais nous ne pouvons y voir les signes certains d'une dégénérescence, comme le veut cet auteur : jamais en effet nous n'avons vu chez les Aplysies, qu'il a étudiées spécialement, le noyau disparaître, même dans les cellules âgées.

Les cellules conservent certainement, pendant très longtemps, leur activité fonctionnelle et sont même vraisemblablement des organes permanents : on observe souvent à la vérité des cryptes presque vides de leur contenu, mais elles conservent toujours leur noyau, avec tous ses caractères structuraux, étroitement appliqué contre la paroi, au sein d'une mince couche de protoplasme persistant. La très grande complication de l'organe est d'ailleurs un argument en faveur de sa permanence ; en outre, il est extrêmement rare de rencontrer chez l'adulte ces éléments en voie de développement, et Blochmann n'a pu les étudier que chez les tout jeunes individus. Nous n'avons jamais d'autre part constaté la disparition de ces organes, telle que la décrit Mazzarelli, et d'ailleurs le processus indiqué par cet auteur, envahissement de la cavité par prolifération des fibres musculaires, ne cadre guère avec l'hypothèse d'une déchéance fonctionnelle et d'une disparition.

Chez le Scaphandre tout au moins, les glandes de Blochmann paraissent cependant subir, dans leur évolution, une modification importante, qui les conduirait au type spécial décrit dans notre précédente Note (*loc. cit.*), et

dans lequel le calice renferme un massif de petites cellules. De nombreux faits montrent que ces productions sont plus évoluées que les précédentes, notamment leur situation plus profonde due à leur refoulement par des cellules plus jeunes, leur canal excréteur plus long et plus développé, leur calice musculaire notablement plus épais, presque double, laissant supposer une sécrétion particulièrement active, et enfin l'absence de toute forme pouvant être considérée comme un état jeune conduisant directement à ce type. Il est vraisemblable qu'après épuisement de la grosse cellule glandulaire d'une glande de Blochmann, les cellules du canal prolifèrent de manière à remplir le calice et assument désormais tout le travail de sécrétion. Nous avons fréquemment trouvé du reste des glandes de Blochmann où les cellules du canal faisaient hernie dans la cavité calicinale, et qui peuvent être considérées comme des stades de transition.

Bien que très rarement, nous avons pu observer quelques formes initiales du développement de ces glandes, chez des spécimens adultes d'Aplysie et de Scaphandre. Nos observations diffèrent de celles de Blochmann et de Mazzarelli par les points essentiels suivants : 1° la cellule glandulaire, à son début, ne présente pas de prolongement aminci en forme de col; elle est directement repoussée vers la profondeur par une invagination de l'épithélium voisin, qui aboutit à la formation du canal; 2° l'enveloppe musculo-conjonctive se forme, elle aussi, d'emblée; elle est constituée primitivement par des éléments musculaires et conjonctifs appartenant à la couche sous-épithéliale, et entraînés en même temps que la grosse cellule, éléments qui augmentent ensuite de façon à constituer le calice. L'organe présente donc ainsi dès l'origine tous ses caractères distinctifs et ne peut se confondre, même à ce moment, avec les cellules glandulaires *de la troisième espece* décrites par Blochmann (*loc. cit.*) chez l'Aplysie.

HISTOLOGIE. — *Réactions chromatiques et classification des granulations leucocytaires des Invertébrés.* Note de M. **Kolmann**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les auteurs, peu nombreux, qui ont étudié les caractères chromatiques des granulations des Invertébrés, semblent vouloir les faire rentrer, sans hésitation, dans les cadres étroits de la classification, bien connue, d'Ehrlich. Kowalewsky [1], Cuénot [2],

(1) *Congr. Zool.*, 1892.
(2) *Arch. Biol.*, 1892, 1893, 1896, 1898.

Bruntz ([1]), Knoll ([2]), décrivent des granulations *acidophiles* dans la plupart des groupes d'Invertébrés. On observerait, d'après Cuénot et Saint-Hilaire ([3]), des *neutrophiles* dans les Siponculides et les Échinides. Enfin les sphérules des Échinodermes et des Mollusques seraient d'après les mêmes auteurs purement *basophiles*.

D'autre part divers auteurs, notamment M^lle Drzewina ([4]), ont observé des granulations qui, d'après l'ensemble de leurs caractères chromatiques, ne peuvent trouver place dans la classification d'Ehrlich.

Au point purement morphologique, il y aurait lieu de distinguer les fines granulations proprement dites et les sphérules, qui sont beaucoup plus volumineuses; mais les unes et les autres m'ont donné les mêmes résultats généraux.

Le procédé de fixation par la chaleur qui a servi à Ehrlich est absolument inapplicable aux Invertébrés. Les substances chimiques pouvant modifier les propriétés chromatiques, j'ai étudié les réactions de granulations déjà connues, après fixation par les réactifs chimiques habituels. J'ai constaté que, sous peine d'obtenir des résultats inexacts, il est nécessaire d'écarter les mélanges osmiques et les colorants additionnés d'un mordant.

Les granulations *acidophiles* ne sont pas rares, notamment chez les Annélides et les Lamellibranches.

On rencontre aussi parfois des granulations *amphophiles* qui ont une égale affinité pour toutes les couleurs acides et pour toutes les couleurs basiques.

Mais, le plus souvent, les granulations ne rentrent dans aucune des deux catégories précédentes. Elles ne sont qu'imparfaitement amphophiles : leur acidophilie surpasse leur basophilie, ou inversement. Les granulations de *Carcinus mœnas* Parm., par exemple, absorbent indistinctement les couleurs acides et les couleurs basiques, mais les premières résistent mieux que les secondes à l'action décolorante de l'alcool. De même, le triacide colore ces granulations en violet rougeâtre, ce qui indique que la teinture acide s'est fixée bien plus fortement que la teinture basique.

Inversement, les sphérules du tissu conjonctif de l'Escargot absorbent bien plus énergiquement les couleurs basiques et se teignent en bleu violacé dans le triacide.

L'amphophilie peut donc présenter des degrés; on trouve chez les Invertébrés tous les passages entre l'acidophilie pure et la basophilie; cette dernière n'est cependant jamais réalisée d'une manière parfaite.

La *métachromasie* n'est pas rare, le bleu d'Unna, le vert de méthyle, etc., prennent, en se fixant sur certaines granulations ou sphérules, à tendances

---

([1]) *Arch. Zool. exp. et gén.*, 1905, 1906, 1907.

([2]) *Sitzungb. der Akad. Wien*, 1893.

([3]) *Trav. Soc. Nat. Saint-Pétersbourg*, 1898.

([4]) *Arch. Zool. exp. et gén.*, 1905.

généralement basophiles, une teinte violacée caractéristique. Le virage n'est peut-être pas très intense, mais il est parfaitement constant. Nous citerons, comme exemples, les sphérules des *Phascolosomes* et les granulations de *Polycarpa varians* Hell. La métachromasie n'est donc pas une propriété exclusive des basophiles, mais peut s'allier à une certaine amphophilie. Cette propriété ne caractérise donc pas une catégorie spéciale de granulations.

Je n'ai pas rencontré de *neutrophiles* proprement dits, c'est-à-dire de granulations se colorant exclusivement dans les teintures neutres comme le triacide. J'ai cependant souvent observé des granulations qui prennent dans ce réactif la même teinte que les neutrophiles du sang de l'homme. Mais j'ai vu ces mêmes granulations se colorer sans difficulté dans les teintures acides et refuser les teintures basiques. Dans ces conditions, je ne saurais considérer les neutrophiles que comme des acidophiles. La catégorie des neutrophiles doit, à mon sens, disparaître, comme celle des métachromatiques.

Je n'ai jamais eu l'occasion d'observer de granulations ayant une affinité exclusive pour une couleur déterminée. La nature acide ou basique de la teinture suffit à déterminer son action vis-à-vis d'une granulation donnée.

Dans ces conditions, le criterium invoqué par Ehrlich pour classer les granulations conserve toute sa valeur. Il suffira de se rappeler qu'il existe, non des catégories tranchées, mais une série ininterrompue de termes de passages entre l'acidophilie pure et la basophilie parfaite.

PHYSIOLOGIE. — *L'élasticité vasculaire et ses variations.* Note [1] de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. O.-M. Lannelongue.

L'élasticité vasculaire est un phénomène trop important dans la mécanique circulatoire, pour qu'on ne doive négliger aucun moyen d'en apprécier les modalités ou les variations dans toutes les circonstances.

Pour atteindre ce but, nous avons poursuivi, depuis quelques années, une série d'expériences et de recherches chimiques dont cette Note résume les résultats.

L'élasticité moyenne des vaisseaux (que nous désignerons par le symbole β) de la grande circulation peut toujours être définie par la relation $\beta = \frac{M}{H}$; mais, en utilisant la formule que nous avons donnée pour le

(1) Présentée dans la séance du 15 juin 1908.

calcul de la masse du sang, elle se réduit à l'équation

$$\beta = S\frac{\sqrt{2g}}{nH},$$

expression simple et facilement mesurable de l'élasticité vasculaire.

L'accélération g est une constante; la section aortique S est légèrement variable, mais beaucoup moins en réalité que ne semblerait le montrer l'examen cadavérique; car, si la section cadavérique est de 4^{cm}, 50 environ, la section sous pression s'élève à 5^{cm}, 40, chiffre facile à obtenir par le calcul et qu'on retrouve chez le vieillard, quand l'aorte se fixe en quelque sorte dans sa forme physiologique par disparition progressive de son élasticité. Donc la section physiologique utilisable dans les calculs est de 5^{cm}, 40 environ et ne se transforme que peu, sauf dans le cas de dilatation aortique, facilement constatable à l'examen.

On peut donc, en remplaçant S et g par leur valeur en unités C. G. S., donner à la relation ci-dessus la forme suivante :

$$\beta = \frac{560}{\sqrt{nH}},$$

n étant mesuré en pulsations par minute et H en centimètres de mercure.

On obtient aussi la valeur absolue de l'élasticité vasculaire en C. G. S. Cette valeur absolue est de 14, chiffre moyen, en adoptant pour n le chiffre de 72 pulsations et pour H le nombre de 18^{cm} de mercure, obtenu avec les appareils de Potain et de Von Basch, chez l'homme jeune, adulte et normal.

Cette valeur moyenne est une quantité bien définie, mais elle est sujette à quelques oscillations bien caractérisées en fonction de la taille, du poids et des conditions physiologiques dans lesquelles on l'observe.

Néanmoins ces variations, pour un même individu et même pour des adultes de tailles sensiblement égales, sont peu étendues et en tous les cas très passagères, de sorte que les variations observées oscillent autour d'une moyenne qui est bien spécialement caractéristique de l'état de tonicité moyen des vaisseaux.

La formule que nous proposons pour la mesure de la quantité β donne lieu à des remarques de même ordre, car la loi de Marey, « les pulsations restent toujours en raison inverse de la pression », démontre la constance du produit nH et par suite la constance de β.

Donc il est permis de conclure que, dans des conditions physiologiques bien définies, β tend à prendre chez chaque individu une valeur moyenne

assez fixe caractéristique de l'état de tonicité de ses vaisseaux. Chez l'homme au repos, cette valeur est de 14; mais, suivant les circonstances, elle varie de quantités faibles et oscille entre 13 et 15. C'est seulement dans les cas extrêmes qu'elle dépasse ce chiffre. Parmi les conditions qui dépriment la tonicité vasculaire en augmentant l'élasticité, il faut compter le repos, l'accroissement extérieur de température, l'augmentation de pression extérieure. Parmi les facteurs qui provoquent des variations inverses d'accroissement de tonicité et de dilatabilité plus grande des vaisseaux, il faut compter l'exercice, le froid, l'altitude.

Sauf l'exagération de ces conditions, le produit nH ne dépasse pas 1500 et ne descend guère au-dessous de 1000, ce qui réduit les variations de β entre 13 et 15, limite peu étendue.

Sans entrer dans le détail des cas, remarquons de suite qu'en principe, dans les maladies fébriles sans lésions caractérisées, l'élasticité vasculaire se montre assez parfaitement conservée. En général H décroît et n augmente par suite de la diminution de la masse sanguine et des déperditions organiques, mais le produit nH ne s'éloigne que peu des chiffres obtenus à l'état normal, dans le repos ou l'exercice. Cependant, selon l'état de fatigue ou d'excitabilité du myocarde, les oscillations de β autour de la moyenne peuvent aller de 12 à 16, rarement au delà.

Les maladies organiques du cœur et du poumon entraînent nécessairement une augmentation nécessaire des pulsations pour assurer la compensation de la lésion et l'accroissement du débit.

En pareil cas n augmente beaucoup pendant que H reste stationnaire ou diminue légèrement, d'où résulte en définitive une augmentation de nH et une diminution de β, c'est-à-dire une contraction des vaisseaux périphériques. Mais, comme l'élasticité vasculaire par l'intermédiaire du système nerveux sert de règle à la tonicité cardiaque avec laquelle elle est dans le rapport assez étroit des capacités anatomiques $\frac{m}{M}$, il en résulte une fatigue simultanée du cœur périphérique et du myocarde qui provoque des fléchissements fréquents. Ce phénomène se traduit par l'abaissement de la pression, et l'on obtient ainsi, au voisinage de l'asystolie, des valeurs de β qui montent au maximum 17 après être descendues dans la période de lutte jusqu'à 10.

Cette augmentation de la masse du sang se traduit nettement par un double phénomène : 1° l'augmentation de pression ; 2° l'abaissement du taux des pulsations. Cette simultanéité des deux actions est caractéristique de l'évolution des scléroses organiques accidentelles ou même de l'involution sénile. En pareil cas, tant que le myocarde ne fléchit point, β diminuera toujours, d'abord d'une façon passagère par contraction tonique des vais-

seaux, plus tard et assez hâtivement, d'une façon durable et permanente, comme conséquence des lésions d'artérite que provoque la fatigue, et à ce moment, même si l'on provoque artificiellement l'abaissement de H, le produit nH se maintient élevé tant que le cœur résiste. Plus tard, le myocarde participera à son tour à ce travail inflammatoire et l'asystolie apparaîtra, indiquée à l'avance par le fléchissement progressif et graduel de β.

En résumé, dans l'état pathologique, dès que des lésions d'organes apparaissent, la valeur de β tend à se modifier corrélativement.

MÉDECINE. — *Le dérivé acétylé de l'atoxyl dans la maladie du sommeil.* Note de M. **Paul Salmon**, présentée par M. Laveran.

Depuis que l'atoxyl s'est révélé médicament capable d'agir dans diverses trypanosomiases et spirilloses pathogènes, il était tout indiqué d'étudier, soit les éléments composants, soit les dérivés de l'anilarsinate. Parmi ces dérivés, on pouvait, en compliquant la molécule de l'atoxyl, par addition de certains radicaux chimiques, préparer un composé moins toxique, quoique aussi actif. Ainsi, dans leurs études de chimiothérapie spécifique, Ehrlich et Bertheim [1], Browning [2], ont montré que parmi les nombreux dérivés de l'atoxyl, l'acétylé et le paroxybenzaldéhyde répondaient à ce double desideratum : diminution du pouvoir toxique, conservation du pouvoir thérapeutique. Personnellement, nous avons eu à notre disposition des combinaisons iode et atoxyl, mercure et atoxyl, le dérivé méthyléné et le dérivé acétylé [3]. Nous avons surtout étudié l'action de ce dernier produit, non pas sous la forme de l'acide acétylparamido-phénylarsénique (Ehrlich), mais sous la forme du sel sodique, parfaitement soluble, et stérilisable à 100° sans décomposition. Nous avons constaté la valeur spécifique de ce sel arsénical dans les spirilloses pathogènes, par exemple, la fièvre récurrente russe, la spirillose des poules (action remarquable), la syphilis. Mais l'emploi prolongé de ce nouveau médicament, chez l'homme syphilitique, pourrait avoir des inconvénients, et nous avons pensé qu'il y aurait intérêt à fixer

(1) Ehrlich et Bertheim, *Berlin. Klin. Woch.*, mars 1907, et *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, 1907.

(2) Browning, *British med. Journal*, 16 novembre 1907.

(3) Ces deux derniers obligeamment préparés par M. Trillat, à l'Institut Pasteur.

sa posologie dans une maladie qui nécessite un traitement de longue haleine, la trypanosomiase humaine.

Ehrlich, Browning avaient pris comme mesure de toxicité et de pouvoir thérapeutique le nagana des souris; ces expérimentateurs avaient conclu que l'on pourrait faire absorber à l'animal une dose 4 fois plus forte d'acétylé que d'atoxyl, et la proportion des animaux guéris est beaucoup plus grande avec l'acétylé.

Nous avons constaté que la poule, le rat supportent environ 4 fois plus d'acétylé que d'atoxyl. Chez un singe (Rhesus de 2^{kg}), nous avons pu donner, sans accident, 90^{cg} en 4 injections et en 12 jours. Ces résultats remarquables sont-ils applicables à l'homme? Peut-on, sans danger, injecter des doses massives répétées, 1^{g} d'acétyl-atoxyl par séance? Il faudra un grand nombre de traitements chez l'homme avant de pouvoir fixer les doses limites du dérivé acétylé. Mais l'homme nous semble plus sensible que les animaux; ainsi, un syphilitique recevant 50^{cg} a présenté les signes de l'intoxication arsénicale, légère il est vrai. Sauf cette exception, nos malades traités ont supporté des doses de 80^{cg} et de 1^{g} sans le moindre inconvénient.

Nos recherches sur la maladie du sommeil ont été effectuées sur des rats, cobayes et singes. Les expériences sur certaines races simiennes, réactif fidèle au *Trypanosoma gambiense*, démontrent l'action spécifique de l'acétyl-atoxyl.

Quatre macaques sont inoculés sous la peau avec un virus fourni par M. Laveran. Vers le huitième jour, trypanosomes dans le sang des quatre animaux. Un Rhesus (3^{kg},330), laissé sans traitement, meurt le trente-deuxième jour, son sang fourmillant de parasites. Un Cynomolgus (1^{kg},280) reçoit le neuvième jour 5^{cg} d'acétyl-atoxyl. Un autre Cynomolgus (1^{kg},350) reçoit le dixième jour 5^{cg} d'atoxyl. Ces deux animaux présentent une rechute le trentième et le trente-deuxième jour; à ce moment, nouvelle injection de 5^{cg}. Chez le singe acétyl-atoxyl, réapparition de parasites le quarante-troisième jour; cet animal sera traité à nouveau. Un quatrième singe, Rhesus, du poids de 2^{kg},830, reçoit le neuvième jour 20^{cg} d'atoxyl acétylé; cette dose a suffi jusqu'à présent, cinquante-troisième jour, pour empêcher la réapparition des parasites.

En résumé l'action de l'acétyl-atoxyl contre le *Trypanosoma gambiense* est incontestable. D'autre part on peut, chez les animaux, administrer des doses du dérivé acétylé quatre fois plus fortes que les doses d'atoxyl. Nous ne savons encore si cette diminution de toxicité, se retrouvant chez l'homme, permettra de réaliser un progrès dans la thérapeutique de la maladie du sommeil.

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique du massif des Beni Snassen (Maroc).* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Henri Douvillé.

A la suite de mes explorations de l'été 1907, j'ai décrit, dans la zone frontière d'Oujda, et plus particulièrement dans le massif des Beni Snassen (*Comptes rendus*, 24 février 1908), un Lias fossilifère comprenant toute la série supérieure à la zone à *Amaltheus margaritatus*. Depuis, M. Brives a signalé en outre l'existence, dans ce massif, de schistes primaires, du Trias, du Lias inférieur, du Crétacé et du Miocène inférieurs, enfin de granite et de filons porphyriques.

La pacification des Beni Snassen m'a permis récemment de parcourir leurs montagnes dans tous les sens. Au point de vue stratigraphique, on y observe, de bas en haut :

1° *Schistes et quartzites primaires* à rapprocher des Schistes des Trara, en Algérie, ainsi que des schistes à graptolithes gothlandiens et des quartzites ordoviciens, que j'ai décrits dans le Haut-Atlas marocain.

2° Le *Trias* gypseux est peut-être représenté par de petits lambeaux de marnes rouges à gypse qui affleurent dans la vallée de l'Oued Sfrou, mais cette détermination est incertaine.

3° Le *Lias* se montre partout, tel que je l'ai décrit dans la région orientale du massif. Il correspond à la transgression mésoliasique, comme dans toute la zone frontière. Il me paraît impossible d'admettre l'existence du Lias inférieur et de la base du Lias moyen, comme le dit M. Brives, et la présence de *Rhynchonella tetraedra*, qu'il a signalée au-dessus des calcaires massifs, me semble douteuse. Je n'ai trouvé à ce niveau que des Rhynchonelles d'un autre type, associées à des Céphalopodes toarciens.

4° Sur le Lias se développent, sur une épaisseur d'au moins 700^m, toute une série de dépôts jurassiques.

a. Ce sont d'abord, en *concordance* avec le Lias supérieur, des marnes schisteuses, grises ou noirâtres, avec lits de calcaires marneux, dans lesquels j'ai trouvé, associée à une Posidonie intermédiaire entre *Posidonomya alpina* A. Gras et *P. Dalmasi* Dum., une faune caractérisant la zone à *Cœloceras garantianum* d'Orb. sp. du *Bajocien supérieur*. J'ai recueilli, avec *C. garantianum* (?) déformé, *C. Daubenyi* Gem., *Perisphinctes* cf. *Martiusi* d'Orb. sp., *Phylloceras* cf. *mediterraneum* Neum., *Lytoceras adeloides* Kud., *Glossothyris pteroconcha* Gem. sp., *Rhynchonella defusca* Opp., etc. C'est identiquement l'association faunique de la zone avec *Posidonomya alpina* décrite par M. Gemmellaro en Sicile. La partie supérieure de cette assise marneuse représente vraisemblablement le *Bathonien* et le *Callovien*.

b. Des schistes argileux et des grès *oxfordiens* que j'ai caractérisés, dans l'Est, par *Cardioceras cordatum* Sow, etc.

c. Des grès siliceux, intercalés d'argiles colorées, constituent le prolongement vers l'Ouest des grès de Lalla Mar'nia qui renferment une faune *séquanienne*.

d. La série jurassique se termine par des calcaires magnésiens et des dolomies compactes sans fossiles qui, dans le Filhaoucen et le massif de Tlemcen, sont placés dans le *Jurassique supérieur*.

Je n'ai rien trouvé du Crétacé inférieur figuré dans la coupe de M. Brives.

5° Les terrains néogènes se montrent dans la plaine des Trifa. Ce sont des argiles gréseuses en continuité avec les dépôts du Miocène de Nemours. Elles sont recouvertes par un poudingue à gros galets qui appartiennent soit au Tortonien supérieur, soit au Pliocène, et non au Miocène inférieur comme le pense M. Brives.

Enfin la plaine des Trifa et les abords de la Moulouya offrent, indépendamment des alluvions pléistocènes, des sables rouges et des calcaires lacustres d'un Pliocène récent.

Des roches éruptives affleurent dans le massif. Une bosse de *granite à biotite,* avec filons de *granulite à deux micas,* existe au contact des schistes siluriens, profondément métamorphisés en *schistes micacés, schistes feldspathisés* et *schistes maclifères.*

Des filons de *kersantites,* passant à des *porphyrites micacées,* ont également traversé les schistes primaires. La limite supérieure de l'âge de toutes ces roches est indiquée par le conglomérat de base du Lias moyen.

Il est vraisemblable, en outre, par analogie avec ce qu'on voit dans les Trara, que ces roches sont antérieures au Permien.

Des coulées importantes de *porphyrites* et de *diabases,* des tufs de projections traversés par des filons des mêmes roches, se succèdent sur une épaisseur de plus de 300^{m}. Ces déjections volcaniques reposent partout sur les schistes primaires et sont recouvertes par le Lias. Leur composition minéralogique m'engage à les séparer des volcans rhyolitiques carbonifères (dinantiens) que j'ai signalés plus au Sud. Ce sont les représentants d'éruptions permo-triasiques ou infraliasiques. Enfin je signalerai, notamment entre le Dj. Mer'ris et le Dj. Hararza, la présence des mêmes volcans leucitiques, avec coulées de labradorites et de basaltes, que j'ai indiqués aux environs d'Oujda. Je n'ai aucune observation nouvelle qui me permette de préciser leur âge néogène, mais il est impossible de considérer ces laves comme antérieures aux calcaires à entroques jurassiques, du Dj. Hararza, comme le voudrait M. Brives : elles appartiennent à des éruptions du Miocène moyen ou à des volcans plus récents encore.

Au point de vue tectonique, le massif des Beni Snassen constitue un vaste bombement elliptique dont le noyau primaire est recouvert d'un manteau jurassique.

Les schistes primaires et les granites affleurent dans la partie la plus élevée de la chaîne, mais le culminant, le Ras Four'al, est encore couronné

par la base des calcaires secondaires. Le Lias forme bordure au Sud et au Nord et montre un plongement périphérique autour du massif. Le Jurassique est localisé dans la région occidentale; il forme en outre les petites chaînes secondaires qui percent dans la plaine des Angad et la plaine des Trifa.

Tout cet ensemble porte la marque indiscutable de poussées vers le Sud. Au-dessus d'Aberkane, en effet, on constate, sur le flanc nord et poussés vers les crêtes, trois plis imbriqués; tandis que le flanc sud est affecté de trois anticlinaux parallèles à la direction de la chaîne et qui, nés à la frontière algérienne, vont se perdre du côté de la Moulouya après avoir atteint leur maximum d'intensité et d'élévation d'axe vers le centre orographique de la chaîne.

Ainsi que je le prévoyais (*Comptes rendus,* 30 mars 1908), le massif des Beni Snassen est en place; mais il porte encore l'empreinte, bien que très atténuée, des poussées vers le Sud qui ont produit dans la zone frontière littorale, entre le Kiss et Oran, un chevauchement important du Lias à l'époque de l'Helvétien inférieur.

OCÉANOGRAPHIE. — *Origine éolienne des minéraux fins contenus dans les fonds marins.* Note de M. **Thoulet**.

Le fait du remplissage en minéraux du lit océanique par voie éolienne possède des conséquences assez importantes pour que j'aie cherché à vérifier expérimentalement l'exactitude de l'hypothèse que j'ai émise à ce sujet [1].

Des poussières atmosphériques ont été récoltées dans la tour est de la cathédrale de Nancy, à 75^m de hauteur environ au-dessus du sol. On y a dosé le calcaire et les matières organiques par calcination; les minéraux ont été ensuite soumis au barreau aimanté, à des tamisages à travers les tamis 100 et 200, à une lévigation destinée à isoler l'argile; chaque portion a été passée à la liqueur d'iodures de densité 2,8 et, lorsqu'il était nécessaire, traitée par l'acide fluorhydrique pour y reconnaître la présence du feldspath. Chaque catégorie de grains a été examinée au microscope dans la naphtaline monobromée.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLVI, 1er juin 1908, p. 1184.

L'analyse immédiate a donné les résultats suivants :

Calcaire		153				
Matières organiques		497				
Troïlite		5				
Barreau aimanté		12				
Sable	moyen et fin (diamètre de $0^{mm},67$ à $0^{mm},35$)	45	lourds	1		
			légers	44	quartz	30
					feldspath	14
	très fin (diamètre moyen $0^{mm},15$)	18	lourds	1		
			légers	17	quartz	9
					feldspath	4
					argile	4
Grains fins-fins (diam. inférieur à $0^{mm},04$)		90	lourds	5		
			légers	85	quartz	44
					feldspath	20
					argile	21
Argile et fins-fins		180	lourds	10		
			légers	170	quartz	60
					feldspath	20
		1000			argile	90

Les grains calcaires offrent la texture des calcaires jurassiques des environs de Nancy.

Les grains attirables au barreau aimanté sont des globules et des grains irréguliers de fer magnétique dont quelques-uns renferment du fer natif.

Le sable contient comme minéraux lourds : chondres d'origine cosmique, muscovite R, biotite R, pyroxène, tourmaline A, zircon, corindon, rutile R, enstatite, péridot R, hématite R. Les minéraux légers sont des fragments aplatis de schistes micacés gris bleuâtre, des grains arrondis de quartz rouge du genre de ceux du grès vosgien, du quartz hyalin AA, du quartz cristallinique et du feldspath. L'argile est ferrugineuse.

Les matériaux d'origine cosmique sont des globules noirs opaques magnétiques, parfois avec cupule et appendice filiforme, dont certains proviennent sans doute de cheminées d'usines et sont d'origine simplement éolienne. Les chondres sont des globules de diamètre variant de $0^{mm},07$ à $0^{mm},03$, translucides plutôt que transparents, de couleur variant du blanc au jaune ferrugineux pâle, au jaune plus foncé et même au brun rouge. Plus ces chondres sont foncés et plus leur densité est élevée; tous sont isotropes Ils sont des parcelles fondues détachées de la surface des météorites fortement échauffées par leur passage à travers l'atmosphère; les globules noirs résultent des parties ferrugineuses, tandis que les chondres peuvent être considérés comme de véritables gouttelettes de péridot, de pyroxène ou d'enstatite. Ces minéraux, qu'on retrouve ainsi en fragments anguleux, ont occupé d'abord l'intérieur des météorites et ont été réduits en poussière par l'éclatement final de celles-ci sans avoir été jamais portés à l'incandescence.

Un dégagement d'hydrogène sulfuré, quand on attaque la poussière par un acide étendu, donne lieu de supposer la présence de la troïlite, sulfure de fer reconnu dans les météorites.

Il est assez difficile d'évaluer très exactement les proportions relatives des grains arrondis, émoussés et anguleux; on est néanmoins en droit d'affirmer que les gros grains sont bien plus fréquemment arrondis que les petits, qui sont toujours anguleux.

L'aspect des grains minéraux récoltés dans une région pourtant éminemment continentale et calcaire, l'abondance du quartz, offrent la ressemblance la plus complète avec les résidus minéraux des fonds marins profonds et éloignés des côtes, tels que les vases à globigérines, à radiolaires ou autres et les argiles bleues ou rouges. Il serait impossible de les distinguer les uns des autres. Le fait confirme la conclusion à laquelle on était conduit en constatant la faible vitesse des courants d'air capables de transporter des grains minéraux fins et prouve bien que, exclusion faite du carbonate de chaux qui est d'origine organique, le résidu minéral fin des fonds marins est un produit éolien, un lœss.

A ne considérer que le quartz, la proportion de ses grains de diverses dimensions dans la poussière de Nancy est :

Moyens et fins.	3	amenés par un vent de vitesse de $2^m,80$ par seconde et au-dessus.
Très fins.....	1	vent de $2^m,80$ à $0^m,50$.
Fins-fins.....	10	vent de $0^m,50$ à 0^m.

La proportion 3 : 1 : 10 dans la durée des vents de ces diverses catégories est sensiblement celle qui s'observe à Nancy.

Le dosage quantitatif des grains quartzeux de diverses dimensions dans un fond marin actuel, aussi bien que dans un fond marin ancien, calcaire, marne ou argile, permettrait donc d'obtenir une notion sur la durée d'action des vents de forces diverses et connues qui règnent à l'endroit considéré ou y régnaient au moment où se déposaient, au sein des mers géologiques, les calcaires, marnes ou argiles. En d'autres termes, on posséderait une indication approximative du climat existant actuellement ou ayant existé autrefois.

La provenance des grains minéraux fins d'origine éolienne, d'un échantillon marin actuel ou ancien, est cosmique, locale, lointaine, très lointaine et volcanique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Deux nouvelles feuilles de la Carte de Zoologie industrielle des côtes de France.* Note de M. **Joubin**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

Ces deux Cartes font partie d'un travail d'ensemble sur les Mollusques comestibles, principalement les huîtres et les moules. Elles portent les nos 7 et 8 de cet Atlas, qui en comprendra 15.

Je me suis attaché à préciser les conditions océanographiques de la côte sur laquelle vivent ces animaux et à mettre en relief les rapports de l'industrie à laquelle ils donnent lieu, avec la nature des fonds, les courants, les marées, etc.

La première de ces Cartes contient la moitié du Morbihan, depuis et y compris la Vilaine jusqu'à la rivière d'Auray. Le golfe du Morbihan, si compliqué, mais si important par ses nombreux établissements ostréicoles, y est entièrement figuré. On y remarque aussi la petite rivière de Pénerf, dont les parcs produisent des huîtres réputées. Plusieurs bancs naturels d'huîtres, autrefois très riches, ont été détruits par l'abus de la drague et le manque de surveillance; quelques-uns sont en voie de reconstitution et mériteraient d'être soigneusement protégés.

L'embouchure de la Vilaine est couverte de riches moulières et d'établissements mytilicoles prospères. On récolte encore dans cette région divers autres Mollusques comestibles qui y sont particulièrement abondants.

La seconde Carte comprend la côte nord du Finistère depuis la baie de Lannion jusqu'à l'Aberwrac'h. Cette côte granitique très découpée, couverte d'îlots, d'un abord très difficile, ne contient de parcs à huîtres que dans l'embouchure des petites rivières de Saint-Pol-de-Léon et de Morlaix. En revanche elle est couverte d'un cordon de moulières naturelles dans des parties exposées au choc des vagues. Elles manquent, au contraire, dans les portions abritées. On y remarque aussi une grande quantité de gisements d'ormeaux (*Haliotis tuberculata*) qui sont recherchés par les pêcheurs. D'autres Mollusques, comme les coquilles de Saint-Jacques, les palourdes, etc., sont assez abondants; leurs gisements ont été soigneusement relevés sur cette Carte.

HYDROLOGIE. — *Sur l'origine torrentielle des roches ruiniformes calcaires.* Note de M. E.-A. MARTEL.

Les roches ruiniformes (perforées, pédonculaires, columnaires, etc.), si fréquentes dans les calcaires, sont attribuées par la plupart des géologues à la seule action météorique (plus puissante jadis que maintenant) des vents et des pluies.

J'ai toujours soutenu au contraire que de vrais *courants torrentiels* ont été la principale cause de ces accidents morphologiques [notamment à Montpellier-le-Vieux (Aveyron); voir *Bulletin de la Société géologique de France*, 16 avril 1888]. Cette opinion a été traitée de *fantaisiste* et de *pur roman* par ceux qui considéraient que, dès le milieu de l'ère tertiaire, le creusement des cañons des causses cévenols était assez avancé pour que la dolomie de ces plateaux fût, dès lors *et pour toujours, soustraite aux effets de l'affouillement de l'eau torrentielle courante*. Cette dernière façon de voir est aujourd'hui définitivement réfutée par les faits suivants, qui transforment en certitude ma théorie d'il y a vingt ans.

1° Il est établi que le creusement des vallées *actuelles* n'est ni achevé, ni surtout aussi ancien qu'on le prétendait. J'ai contribué à le démontrer ici même à maintes reprises (voir *Comptes rendus*, 27 janvier 1902, 19 juin 1905; 5 mars, 14 mai et 18 juin 1906, etc.).

2° Les anciens lits de puissants courants tertiaires (même miocènes) ont été depuis peu d'années retrouvés très haut sur les surfaces des plateaux calcaires, et précisément aussi sur les causses Méjean et Noir (pour le Tarn, la Jonte, etc.) (voir *Comptes rendus A. F. A. S.*, Lyon, 1906, p. 1249).

3° Toutes les villes de rochers et les *lapiaz* calcaires *sans exception*, aujourd'hui haut perchés et desséchés au-dessus des vallées, possèdent ces gouffres ou abîmes profonds qui ont capturé de très forts courants (voir *Comptes rendus*, 15 décembre 1902). J'ai fait cette constatation à travers toute l'Europe, jusqu'au Caucase occidental (*Comptes rendus*, 14 décembre 1903) et à l'Andalousie (au *Torcal de Abdalazis*, près Antequera, en décembre 1906). L'ancienne et abondante circulation torrentielle y est donc irréfutablement démontrée.

4° Au fond du grand cañon du Verdon j'ai trouvé, en 1905, la preuve matérielle du *processus* employé par l'eau d'un torrent (actuel et très *déchu*) pour tarauder, dans une marmite de géants, une roche pédonculaire toute pareille à celles des villes de rochers. Les péremptoires figures ci-contre sont plus convaincantes que tout texte à ce sujet. Il est certain, d'après cela, que l'*amphore* de Montpellier-le-Vieux et ses similaires ont été détachées, mises en relief (grâce à la fissuration préexistante) par la formation tourbillonnaire si bien commentée par MM. J. Vallot et J. Brunhes : les parois encadrantes sont les témoins d'une immense marmite crevée de toutes parts.

5° De telles marmites (sans pédoncule central), ébréchées ou déjà percées, abondent aussi dans le Verdon, le Fier, la Valserine, la Cèze, l'Ardèche, etc. Les arcades ou ponts naturels des *villes de rochers* ont la même origine.

6° En Belgique, à la *galerie des sources,* près Chaleux (Furfooz), dans un bras souterrain de la Lesse, MM. Rahir et Van den Broeck ont trouvé une roche pédonculaire dans le lit du ruisseau qui parcourt la grotte : la corrosion chimique a achevé de rendre le pied du champignon extrêmement mince; mais, *dans une caverne, la pluie et le vent ne sauraient entrer en ligne de compte!*

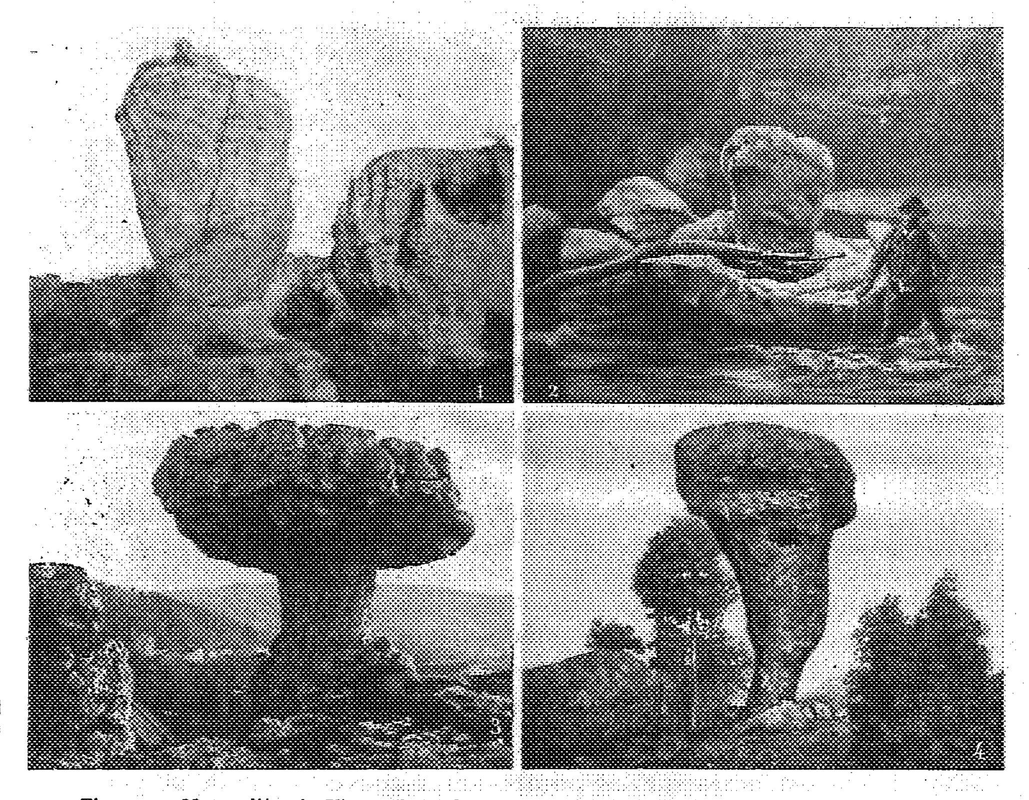


Fig. 1. — Montpellier-le-Vieux. L'amphore (300m au-dessus de la Dourbie).
Fig. 2. — Marmite à pédoncule dans le lit du Verdon (à l'étiage).
Fig. 3. — Table du Diable, au sommet des falaises de Saint-Mihiel (Meuse).
Fig. 4. — Cité enchantée de Cuenca (Espagne), découverte en 1907, par M. Font y Sagne.

Par conséquent la croyance, absolument erronée, au rôle prédominant des agents atmosphériques était due à l'inexactitude et à l'insuffisance des observations comparées dans les phénomènes en question; le rôle réel de l'*érosion torrentielle,* autrefois bien plus puissante que maintenant, est irréfutablement établi par les faits matériellement constatés, en tous pays, parmi les lapiaz, chaos et cañons calcaires.

HYDROLOGIE. — *La radioactivité des eaux d'Ax (Ariège) démontrée par la photographie.* Note de M. F. Garrigou, présentée par M. Arm. Gautier.

En octobre 1906 j'ai entrepris à Ax (Ariège), sur les sources chaudes et sulfurées de la station, une série d'expériences sur la radioactivité des eaux. Les résultats obtenus, que je vais faire connaître, ont été le début d'une série d'essais pratiqués sur de nombreuses sources et que je publierai prochainement.

Mon dispositif est emprunté à la photographie.

En janvier 1904, M. Pellin, successeur de Dubosc, mit à ma disposition des tubes en aluminium, de 25^{cm} de longueur et de 28^{mm} de diamètre, dont l'une des extrémités était hermétiquement close par un fond en aluminium; l'autre extrémité était simplement bouchée au liège.

L'épaisseur du métal était de 1^{mm}. Des lames de plaques Lumière (marque Σ), préparées pour cette opération par le fabricant; quelques-unes étaient recouvertes par des plaques de plomb portant des encoches diverses qui laissaient passer le jour.

Enveloppées dans du papier aiguille noir, les lames photographiques étaient introduites dans les tubes qu'on bouchait ensuite avec le bouchon de liège.

Ainsi préparés, les tubes furent plongés dans l'eau des sources, se renouvelant sans cesse, et y sont restés un quart d'heure.

Après ce laps de temps, les tubes étaient retirés et les lames photographiques portées au développement.

Voici les résultats :

1° Lame plongée dans l'eau Viguerie chaude à 73° : elle est devenue noire.

2° Lame plongée dans l'eau Viguerie refroidie à 30° : devenue noire.

3° Lame plongée dans le bain Pilhes à 38° : noire.

4° Lame surmontée de languettes de plomb, plongée dans le bain fort à 44° : elle est noire sur les points non recouverts par la languette de plomb; elle est restée très peu colorée sur les points recouverts.

5° Lame plongée dans l'eau de Montmorency à 26°, non sulfurée : elle est à peine noircie.

Si l'on tire des positifs sur papier au moyen de ces lames développées, on obtient, pour les trois premières, des bandes blanches (correspondant au noir de ces plaques); pour la quatrième, une alternance de blanc et de noir (correspondant à la présence ou à l'absence de la languette de plomb); pour la cinquième, enfin, une coloration noire (correspondant à l'absence d'opacité de la plaque).

Il est donc permis de dire que les eaux sulfurées possèdent une radioactivité qui traverse l'aluminium, comme le font les rayons γ, et qui influe plus ou moins, suivant son abondance, sur la plaque photographique.

Ces expériences ont été le début d'une série d'autres qui m'ont fourni quelquefois des résultats assez étranges et qui, par suite, ne me permettent pas de préciser encore une loi rendant ce procédé tout à fait pratique pour l'appliquer au dosage de la radioactivité du bain. J'espère préciser bientôt les conditions de ce dosage.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La pluie et le régime des cours d'eau.* Note de M. **Paul Garrigou-Lagrange**, présentée par M. d'Arsonval.

Poursuivant depuis 23 ans l'étude climatologique du Limousin ([1]), notamment au point de vue de la pluie, qui constitue un des traits les plus caractéristiques du climat de cette province, j'ai eu surtout pour objectif la détermination des conditions hydrologiques et l'utilisation agricole et industrielle des eaux. J'ai, à cet effet, entrepris l'étude du régime des cours d'eau à l'aide de longues séries de relevés de débits parallèles à des séries pluviométriques.

Grâce au concours du service des eaux de Limoges, j'ai pu réunir une série de 10 années d'observations de débits journaliers, mesurés à un déversoir en mince paroi établi par M. Maître, directeur des travaux de la ville, sur un ruisseau dont le bassin versant n'est que de 2000 hectares, qui est pourvu d'un pluviomètre à chacune de ses extrémités et qui comprend le périmètre des sources captées et amenées à Limoges, après avoir été mesurées à une chambre de jauge.

En calculant les moyennes mensuelles, trimestrielles et annuelles de ces débits et en les comparant aux moyennes pluviométriques correspondantes, j'ai pu d'une part déterminer avec précision les rapports entre les quantités d'eau tombées et les quantités écoulées, et d'autre part établir des relations exactes entre les débits de deux périodes consécutives, semaine, mois ou saison. Le débit Q_1 d'une période donnée est lié à la pluie P_1 tombée en cette période et au débit Q_0 de la période antérieure par

---

([1]) *Pluies, rivières et sources* (*Comptes rendus des Congrès de l'Arbre et de l'Eau*), Limoges, 1907, imprimerie Ducourtieux.

une formule simple de la forme

$$Q_1 = \alpha Q_0 + (\beta + \gamma Q_0) P_1.$$

Cette relation et celle que je suis arrivé à établir entre le volume des sources profondes et le débit du ruisseau prennent une grande importance lorsque la pluie cesse de tomber et que la sécheresse se prolonge. Elles ne dépendent plus alors, en effet, que de la réserve du sol, c'est-à-dire de la quantité d'eau qui doit s'écouler au ruisseau après la cessation des pluies.

C'est ainsi que, distinguant dans cette réserve deux parts, celle des sources superficielles et celle des sources profondes, j'ai pu déterminer pour chacune : 1° la façon dont elle s'écoule; 2° la quantité totale d'eau qui la compose; 3° la quantité utilisée en un temps donné après le commencement de la sécheresse et la quantité restant à utiliser; 4° enfin le temps total au bout duquel cette réserve sera complètement épuisée.

J'ai vérifié d'ailleurs les résultats obtenus par l'étude détaillée de la sécheresse prolongée de l'été 1906.

Les longues séries de relevés de débits, exécutées systématiquement sur un cours d'eau parallèlement avec des séries pluviométriques en divers points de son bassin, sont donc des plus utiles pour déterminer par des moyennes de longue et de courte durée les lois hydrologiques de ce bassin, et, lorsque le volume des sources profondes est mesuré en même temps que le débit du ruisseau, elles fournissent des données précieuses sur le régime en temps de sécheresse, ce qui est de beaucoup le point le plus intéressant.

A défaut de débits directement mesurés, il est une donnée qu'on peut utiliser: c'est la cote soigneusement et facilement observée à de nombreuses échelles hydrométriques. Le débit est lié en effet à cette cote par une formule simple qui, appliquée aux observations journalières, fournit précisément les séries désirées.

Il semble donc qu'en donnant plus de précision à ces observations hydrométriques, en les étendant à tous nos cours d'eau, en divers points de leur parcours et notamment au voisinage de leur confluent, on pénétrerait dans le détail des lois hydrologiques et l'on comparerait utilement, au point de vue du régime des eaux, les diverses vallées suivant leur orientation, leur pente, la nature de leur sol et de leur sous-sol.

J'ai déjà entrepris à ce point de vue l'étude de vallées voisines, de constitution au premier abord identique et soumises au même régime pluviométrique, mais qui présentent de très notables différences dans le régime de leurs eaux.

Ces différences, qui paraissent tenir en bien des cas moins à la consti-

tution géologique du sous-sol qu'à la couverture et à certaines particularités de la surface, telles que la présence de marais ou d'étangs, demandent à être étudiées scientifiquement, et j'ai dressé un programme de travaux et d'expériences que je soumettrai au deuxième Congrès de l'Arbre et de l'Eau, à Guéret, en juillet prochain. J'espère arriver ainsi à préciser le rôle et l'importance hydrologique de l'armature et des accidents de la surface du sol, à déterminer les conditions de régularisation des cours d'eau et à élucider certains points encore douteux dans les questions à l'ordre du jour du reboisement des terrains incultes et de la lutte contre les inondations.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'ablation de la mer de glace de Chamonix pendant* 15 *ans et pendant* 50 *ans*. Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. le Prince Roland Bonaparte.

Les variations de longueur des glaciers actuels ont été mesurées de tous côtés et leur intensité est aujourd'hui bien connue, tandis qu'on n'a que bien peu de données sur leur ablation, c'est-à-dire sur les variations de leur niveau. Cela vient de ce qu'il est infiniment plus simple de mesurer une longueur que d'exécuter un nivellement complet.

Les altitudes isolées de la surface laissées par divers savants ne donnent guère de documents utilisables, à cause des changements considérables dans la forme de la surface qui se produisent au cours des oscillations. Le nivellement complet d'un profil en travers, renouvelé au même point à diverses époques, donne seul des résultats certains.

Les séries de nivellements que j'ai renouvelés à la mer de glace de Chamonix, depuis 1891 jusqu'en 1907, fournissent sous ce rapport des chiffres exacts qui s'étendent sur une période suffisante pour qu'on puisse en tirer des conclusions, car l'ablation qu'ils mesurent atteint le quart de l'ablation totale depuis le maximum d'extension des glaciers dans les temps modernes.

Après le grand maximum de 1826, le glacier a de nouveau rempli ses moraines vers 1850. Celles-ci se sont conservées intactes et m'ont servi à reconstituer les profils en travers approximatifs de cette époque, tant par analogie avec les profils actuels que d'après les informations recueillies sur place en interrogeant des témoins oculaires du maximum de 1850.

Le Tableau suivant donne l'ablation, en mètres, de quatre profils

en 13 à 15 ans d'une part, et en 57 ans d'autre part, depuis le grand maximum.

	Ablation		
	moyenne exacte.	approximative en 57 ans.	Rapport.
Échelets, altitude 1920^m (15 ans).....	11,0	54	0,20
Montanvert, altitude 1843^m (14 ans)..	13,4	55	0,24
Mauvais-Pas, altitude 1705^m (13 ans).	19,8	49	0,40
Chapeau, altitude 1550^m (13 ans)....	29,5	74	0,40

La première colonne donne l'ablation que j'ai pu mesurer exactement. La deuxième donne l'ablation totale, qui a été *vue* par des personnes vivant encore. On peut se rendre compte, par les rapports, que j'ai pu mesurer, selon les altitudes, le quart ou même presque la moitié du phénomène total, ce qui donne une certaine valeur aux chiffres obtenus.

L'ablation moyenne augmente en raison inverse de l'altitude, comme je l'avais montré antérieurement.

La partie plane du glacier, entre les Échelets et le Montanvert, est la plus intéressante, car le glacier y circule à l'état de fleuve tranquille.

L'ablation y a été de 50^m en 50 ans, sans que les météorologistes aient pu constater un changement climatérique important. Avant cette période de diminution, le glacier a dû rester fort longtemps dans des conditions d'équilibre relatif, pour qu'il ait pu former les énormes moraines actuelles; je parle des moraines latérales, dont la formation est toujours très lente, tandis que les moraines frontales peuvent se former avec une grande rapidité, lorsque le glacier est considérable.

Les roches polies du pied de l'aiguille du Dru, 3755^m, et de la tête de Trélaporte, 2250^m, montrent que, au maximum de l'époque glaciaire, le glacier s'élevait 400^m plus haut que les moraines actuelles; mais il est remarquable qu'il n'ait pas laissé de moraines latérales supérieures, analogues à celles de nos jours. L'époque glaciaire ne se présente donc pas comme la longue période d'équilibre qu'on se figure généralement; il semble au contraire que le glacier a dû croître avec rapidité et décroître de même, puisqu'il n'a pas eu le temps de laisser des dépôts importants sur les parois de la vallée.

Quand on considère que la vie d'un homme a suffi pour voir l'ablation de 50^m de glacier, c'est-à-dire de $\frac{1}{8}$ de l'épaisseur totale de 400^m disparue depuis l'époque glaciaire, on se demande si tout ce qui a été dit sur la période glaciaire n'a pas été très considérablement exagéré.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Nouvelles déterminations magnétiques dans le bassin occidental de la Méditerranée.* Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. Poincaré.

J'ai déterminé en septembre et octobre 1905, au cours d'une mission dont le Bureau des Longitudes m'avait chargé à cet effet, les valeurs absolues des éléments magnétiques dans un certain nombre de stations d'Algérie, de Tunisie et d'Italie. Ces recherches avaient le double but, d'une part d'obtenir la connaissance exacte de la variation séculaire du magnétisme dans ces régions (par la comparaison de mes résultats avec ceux obtenus par M. Moureaux en 1887 au cours de sa campagne magnétique bien connue), d'autre part d'établir l'allure de la Carte magnétique dans certaines régions où n'avait pas opéré M. Moureaux.

Les valeurs brutes obtenues dans les principales stations étudiées sont indiquées dans le Tableau suivant, où les heures sont exprimées en temps moyen de Paris :

Stations.	Dates.	Déclinaison occidentale. Heure.		Déclinaison occidentale. Valeur.	Composante horizontale. Heure.		Composante horizontale. Valeur.	Inclinaison. Heure.		Inclinaison. Valeur.
		h m	h m	° ′ ″	h m	h m		h m	h m	° ′ ″
Aïn-Seffra	30 sept.	16.40 à	16.53	13.18.56	17.30 à	18.10	0,26892	14.45 à	15.25	49. 1,4
Alger	27 sept.	15.55	16.10	12.27.24	17.10	17.45	0,25460	14.15	15.0	53.16,5
Batna	15 sept.	17.30	17.45	11.12.57	»	»	»	14.30	15.30	51.19,9
Béchar	2 oct.	8.35	8.55	13.52.25	7.45	8.30	0,27482	10.15	11.0	48. 0,0
Biskra	14-15 sept.	6.20	6.40	11 18.56	6.45	7.45	0,26457	17.45	18.45	50.28,9
Bizerte	14 oct.	14.30	14.50	10. 9.44	15.0	15.45	0,25565	12,30	13.15	52.56,5
Bougie	24 sept.	14.10	14.30	11.38.7	»	»	»	16.0	17.0	53. 4,4
Bouzaréah	26 sept.	8.15	8.30	12.20.16	7.15	8.0	0,25417	11.15	12.0	53.15,1
Carthage	15 oct.	8.40	8.55	9.53.41	7.45	8.30	0,25816	10.0	10.40	52.15,4
Constantine	10 oct.	14.45	15.0	11. 8.51	15.10	15.40	0,25790	12.55	13.40	52.18,5
Djidjelli	24 sept.	7.30	8.0	11.25.41	6.40	7.20	0,25605	»	»	»
Figuig	3-4 oct.	7.15	7.30	13.24.32	9.10	10.0	0,27147	»	»	»
Guelma	11 oct.	»	»	»	9.15	10.0	0,25917	»	»	»
Médéah	8 oct.	9.25	9.40	12.28.57	11.15	11.50	0,25609	10.15	11.0	52.43,9
Naples	19-20 oct.	14.25	14.50	8.47. 9	10.0	10.40	0.24267	12.55	13.25	56.23,4
Oran	6 oct.	10.25	10.40	13.44.19	8.15	9.0	0,25768	11.0	11.45	52.41,3
Orléansville	28 sept.	15.55	16.15	13. 1. 3	14.30	15.10	0,25482	17,15	18.0	53. 5,5
Philippeville	22 sept.	15.15	15.40	11. 9.29	14.15	14.50	0,25705	17.0	18.0	52.43,3
Rome	24 oct.	10.0 à	10.25	9.34.30	16.0 à	16.50	0,23535	11.0 à	11.30	57.37,6

On a indiqué en italiques lés stations où n'avait pas opéré M. Moureaux.

On a construit au moyen des nombres obtenus, ramenés suivant le procédé habituel à 1906,0, des Cartes magnétiques des régions considérées, qui

vont être publiées et qui mettent en évidence un certain nombre de faits nouveaux, notamment les suivants :

1° *Outre les particularités déjà signalées par M. Moureaux et que mes observations confirment, celles-ci manifestent l'existence d'une anomalie particulière, dans la région côtière de la Kabylie, anomalie dont l'effet est d'incurver fortement vers l'Ouest, à leur entrée en Algérie, les isogones voisines de* 11°30'.

2° *Des observations de l'Extrême-Sud oranais il ressort, en outre, que les isogones de* 13° *et de* 14° *ne se poursuivent pas dans le nord du Sahara suivant la direction qu'elles ont à leur entrée en Algérie, mais qu'elles s'y incurvent déjà notablement vers l'Est; c'est-à-dire qu'elles commencent à participer, pour des latitudes notablement plus élevées qu'on ne le pensait jusqu'ici, au mouvement général qui entraîne vers le Sud-Est africain toutes les isogones de nos régions.*

3° *La variation séculaire totale de* 1888,0 *à* 1906,0, *dans les régions étudiées, a été en moyenne de* — 1°28' *pour la déclinaison, de* + 0,0036 *pour la composante horizontale et de* — 52' *pour l'inclinaison. En ce qui concerne la déclinaison, la variation séculaire dans cette période paraît être une fonction très nette de la longitude en Algérie et Tunisie, et elle croît régulièrement depuis Oran (où elle est de* — 1°23') *jusqu'à Bizerte (où elle est de* — 1°30').

4° *Ces résultats conduisent à apporter, aux éphémérides magnétiques pour l'Algérie et la Tunisie publiées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes de 1906, *les corrections moyennes suivantes : pour la déclinaison,* — 8'; *pour la composante horizontale,* — 0,0011; *pour l'inclinaison,* — 13'.

Toutes les facilités nécessaires m'ont été obligeamment fournies au cours de cette mission par les autorités militaires d'Algérie et de Tunisie, et en particulier, durant mon séjour dans l'Extrême-Sud oranais, par M. le général Lyautey, à qui je désire exprimer ici ma bien vive gratitude.

M. **Jégou** adresse une Note intitulée : *Études sur l'association en série et en parallèle des détecteurs électrolytiques.*

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel présente un Ouvrage de M. A. Lacroix ayant pour titre : *La Montagne Pelée après ses éruptions, avec observations sur les éruptions du Vésuve en* 79 *et en* 1906, publié par l'Académie des Sciences.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Soleil du* 28 *juin* 1908 *à l'Observatoire de Paris par divers observateurs.* Note de M. **B. Baillaud.**

L'observation de l'éclipse a été faite aux deux équatoriaux des tours de l'Est et de l'Ouest, au grand équatorial coudé et à l'équatorial photographique. MM. Bigourdan et Schaumasse ont noté les heures du second contact à l'équatorial de l'Ouest et à son chercheur; M. Chatelu a observé les deux contacts à l'équatorial de l'Est et M. Popoff le second à son chercheur; M. Puiseux a aussi noté les instants des deux contacts.

Voici les résultats obtenus, très voisins des indications de la *Connaissance des Temps :*

Instruments.	Observateurs.	Premier contact.	Second contact.
Éq. de l'Ouest....	Bigourdan.		$6^h.18^m.55^s$
Chercheur.......	Schaumasse.		6.18.55
Éq. de l'Est......	Chatelu.	$5^h.23^m.23$	6.19. 7
Chercheur.......	Popoff.		6.18.52
Grand coudé.....	Puiseux.	5.23.28	6.18.57

L'équatorial de l'Ouest avait été diaphragmé par le diaphragme en spirale proposé pour le passage de Mercure; l'équatorial de l'Est avait été diaphragmé à $13^{cm},5$, son chercheur à $6^{cm},5$; le grand coudé l'avait été à 24^{cm} par un diaphragme circulaire.

M. Puiseux signale que le bord du Soleil était excessivement agité au moment du premier contact et que ce contact a été sans doute observé par lui 7 à 8 secondes trop tard. Les ondulations du bord, amples et rapides, avec production de filaments lumineux, avaient une direction parfaitement déterminée, la même en deux points diamétralement opposés de l'image.

Il a noté que la frange jaune, due à l'emploi d'un objectif photographique achromatisé pour la raie G, était constamment plus large sur la partie échancrée du bord du Soleil que sur la partie libre. Plusieurs clichés ont été pris, entre les deux contacts, sans interposition de verres colorés. Un examen minutieux montrera si ces clichés révèlent une différence analogue.

Outre l'observation des instants des contacts, M. Bigourdan a pris des mesures de la longueur de la corde commune aux deux disques; ces mesures ont été assez difficiles, surtout vers le maximum de la corde qui a atteint environ 13 minutes. M. Bigourdan a lu aussi les angles de position correspondants.

M. Jules Baillaud a fait à l'équatorial photographique une vingtaine de clichés, pendant toute la durée de l'éclipse, sur des plaques avec réseau.

Tous les clichés seront mesurés et discutés et les instants des contacts seront déduits de ces mesures, ainsi que des cordes mesurées par M. Bigourdan.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition des alcools sous l'influence catalytique de la braise.* Note de M. **Georges Lemoine**.

On sait, d'après les belles expériences de MM. Sabatier et Senderens, que, sous l'influence catalytique du cuivre réduit, les alcools, vers 250°-300°, se dédoublent par *déshydrogénation* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 738, 921, 983). Par exemple, avec l'alcool éthylique, on a :

(1) $(CH^3-CH^2.OH)=H^2+(CH^3-COH)$ aldéhyde éthylique.

M. l'abbé Senderens a montré (*Comptes rendus*, 18 février 1907, p. 381) que, avec le noir animal purifié par l'acide chlorhydrique, c'est surtout une décomposition par *déshydratation* qui se produit; il a reconnu qu'il en est de

même avec les phosphates, avec le phosphore rouge, avec la silice ou l'alumine déshydratées par une calcination modérée (*Comptes rendus*, 21 mai 1907 et 20 janvier 1908) :

(2) $$(CH^3-CH^2.OH) = H^2O + (CH^2 = CH^2) \text{ éthylène.}$$

En même temps, d'autres réactions, qu'on peut considérer comme secondaires, peuvent se produire.

L'aldéhyde éthylique provenant de la déshydratation peut se décomposer en méthane et oxyde de carbone à volumes égaux :

(3) $$(CH^3-COH) = CH^4 + CO.$$

L'alcool peut se dédoubler en donnant des corps contenant 1 atome de carbone en moins, aldéhyde méthylique et méthane :

$$(CH^3-CH^2.OH) = CH^4 + H.COH \text{ aldéhyde méthylique.}$$

D'autre part, le carbone, au lieu d'exercer simplement une influence catalytique, peut intervenir activement :

$$(CH^3-CH^2.OH) + C = CO + (CH^3-CH^3) \text{ éthane,}$$
$$2(CH^3-CH^2.OH) + C = CO^2 + 2(CH^3-CH^3) \text{ éthane.}$$

Avec les autres alcools, les réactions sont semblables en remplaçant CH^3 par un autre radical alcoolique.

En prenant comme catalyseur non plus du noir animal purifié par les acides, mais de la braise de boulanger préalablement calcinée au rouge, la décomposition catalytique des alcools se fait en bonne partie par *déshydrogénation*. J'avais déjà, pour prendre date, indiqué cette observation au moment où M. Senderens a publié son travail sur l'action du noir animal (*Comptes rendus*, 18 février 1907, p. 357). Voici l'ensemble des expériences que j'ai faites depuis cette époque.

Mode d'expérience. — La braise de boulanger (contenant 2 pour 100 de cendres), après avoir été chauffée au rouge [1], était introduite dans un tube de verre de Bohême chauffé électriquement (ruban de ferro-nickel ayant $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur). On pouvait ainsi, en faisant varier la résistance, atteindre et maintenir à volonté la température où la décomposition parais-

---

[1] D'après des comparaisons faites en chauffant la braise au rouge sombre ou au rouge blanc, il ne semble pas que la température de cette calcination préalable ait grande influence sur l'activité du catalyseur.

sait suffisante (de $0^l,50$ à $1^l,0$ de gaz par heure). On employait un thermomètre à mercure spécial de Baudin allant à 460°, placé au contact de la braise. La température de la réaction est ainsi définie d'une manière très suffisante.

L'alcool arrivait par un tube capillaire comme dans les expériences de MM. Sabatier et Senderens. Les vapeurs étaient condensées par un serpentin maintenu vers — 10°. Les gaz étaient recueillis sur l'eau.

Le liquide condensé contient de l'alcool inaltéré, mais il possède toujours les propriétés fortement réductrices des aldéhydes.

Les gaz étaient analysés en employant comme absorbants successifs : la potasse, pour l'acide carbonique, dont il n'y a que de petites quantités; l'acide pyrogallique, pour l'oxygène des petites quantités d'air restant; le brome, pour les hydrocarbures éthyléniques; le chlorure cuivreux, pour l'oxyde de carbone. L'hydrogène libre était dosé dans le résidu par l'oxyde d'argent chauffé vers 110° dans la vapeur de toluène, suivant une méthode due à M. A. Colson (*Comptes rendus,* t. CXXX, 1900, p. 330). Il ne restait plus alors que les hydrocarbures forméniques. On peut en rechercher la nature par une analyse eudiométrique et par l'alcool employé, en quantité connue, comme dissolvant. Dans aucun des gaz étudiés je n'ai rencontré d'acétylène.

Les hydrocarbures forméniques peuvent, comme on l'a vu tout à l'heure, avoir différentes origines, mais le but des expériences actuelles est surtout de savoir si le dédoublement primordial de l'alcool se fait par déshydrogénation (1) ou par déshydratation (2) : les déterminations les plus importantes sont donc celles de l'hydrogène par l'oxyde d'argent et des hydrocarbures éthyléniques par le brome.

Les résultats des diverses absorptions successives sont ramenés par le calcul au gaz primitif.

Alcool méthylique. — Expérience vers 440°; à 350° la réaction est insignifiante. En l'absence de braise, à 440° on n'a pour ainsi dire pas de gaz.

I. Le liquide condensé réduit fortement l'azotate d'argent ammoniacal. La réaction basée sur l'emploi de la diméthylaniline (M. TRILLAT, *Comptes rendus,* t. CXVI, 1893, p. 891) indique nettement l'aldéhyde méthylique.

II. Les gaz dégagés contiennent une proportion d'hydrogène plus forte qu'avec les autres alcools, et il n'y a presque pas d'éthylène :

Potasse.	Acide pyrogallique.	Azote en résultant.	Brome.	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydrocarbures forméniques.
4,8	1,0	3,8	1,9	14,2	53,2	21,1

Une autre expérience a donné des résultats semblables, et les hydrocarbures forméniques y semblaient formés surtout de méthane d'après l'analyse eudiométrique.

Alcool éthylique [1]. — Expériences entre 375° et 385°.

I. Le liquide condensé réduit fortement l'azotate d'argent ammoniacal. Dans l'une des expériences, une distillation fractionnée a donné pour température d'ébullition de la première portion 21°-22°; l'aldéhyde éthylique bout à 21°.

II. Dans les gaz dégagés, la proportion d'hydrogène a varié suivant les expériences, mais elle est toujours importante :

	Potasse.	Acide pyro-gallique.	Azote en résultant.	Brome.	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydro-carbures forméniques.
A......	1,1	1,0	3,8	7,3	7,1	42,3	37,4
B......	2,4	1,0	3,8	39,5	12,2	17,7	23,4

On a déterminé l'absorption par l'alcool absolu au moyen d'une pipette Salet, sur le gaz ayant subi successivement l'action de la potasse, de l'acide pyrogallique, du brome et du chlorure cuivreux, c'est-à-dire ne contenant plus que l'hydrogène, l'azote et les hydrocarbures forméniques.

Gaz A. — $17^{cm^3},0$ avec $19^{cm^3},7$ d'alcool ont laissé $14^{cm^3},5$ de gaz.

Gaz B. — $17^{cm^3},7$ avec $17^{cm^3},2$ d'alcool ont laissé $14^{cm^3},5$ de gaz.

Ces expériences, sans être pleinement satisfaisantes, indiquent, tous calculs faits, une forte proportion de méthane CH^4 dans les hydrocarbures forméniques (coefficient d'absorption 0,5 pour CH^4 : l'hydrogène et l'azote sont considérés comme insolubles).

Alcool propylique normal (bouillant à 97°). — Expérience vers 380°.

I. Le liquide condensé réduit fortement l'azotate d'argent ammoniacal. Il recolore la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux.

---

(1) M. Ehrenfeld (*Journal für praktische Chemie*, t. LXVII, 1903, p. 49) a déjà examiné l'action du charbon de bois (*ausgeglühte Holzkohle*) sur les vapeurs d'alcool éthylique à une température inférieure au rouge sombre, mais sans définir autrement cette température qui probablement était plus élevée dans ses expériences que dans les miennes. La moyenne des trois analyses lui a donné :

Acide carbonique.	Éthylène.	Oxyde de carbone.	Hydrogène.	Éthane.
4,9	5,8	14,2	46,0	28,9

II. Dans le gaz dégagé, l'hydrogène domine nettement :

Potasse.	Acide pyrogallique.	Azote en résultant.	Acide sulfurique.	Brome.	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydrocarbures forméniques.
2,3	1,8	6,8	4,0	16,0	12,6	34,0	22,5
			20,0				

Différentes analyses des hydrocarbures forméniques y indiquent une proportion importante d'éthane.

Alcool isopropylique (bouillant à 83°). — Expérience vers 380°.

La réaction est très différente de celle de l'alcool propylique normal, car le gaz dégagé ne contient que 5 pour 100 d'hydrogène et au contraire il y a 71 pour 100 d'hydrocarbures éthyléniques :

Potasse.	Acide pyrogallique.	Azote en résultant.	Brome.	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydrocarbures forméniques.
1,3	zéro	zéro	71,4	4,4	5,4	17,5

L'absorption par le brome est d'une lenteur extrême : il a fallu le renouveler plus de 20 fois pour qu'elle soit complète. On peut en conclure que la plus grande partie des hydrocarbures éthyléniques est à l'état de triméthylène, donné par la réaction

$$CH^3 - CH.OH - CH^3 = H^2O + (CH^2)^3.$$

Ce triméthylène est mêlé à du propylène, car le permanganate de potasse à froid absorbe de 15 à 20 pour 100 du gaz et l'acide sulfurique concentré, des quantités analogues.

Alcool isobutylique (alcool primaire non normal, bouillant vers 110°, au lieu de 108°,5 indiqué pour un produit tout à fait pur). — Expérience vers 350°.

I. Le liquide condensé réduit fortement l'azotate d'argent ammoniacal. Avec un appareil à distillation fractionnée, il commence à distiller à 60°; la température admise pour l'aldéhyde butylique est 61°. Le produit de cette distillation forme, avec le bisulfite de soude, une combinaison cristalline.

II. Dans le gaz dégagé, l'hydrogène domine tout à fait sur les hydrocarbures éthyléniques, mais il y a une forte proportion d'hydrocarbures forméniques, ce qui se conçoit, car, à mesure qu'on remonte dans la série des homologues, les aldéhydes deviennent plus facilement décompo-

sables :

Potasse.	Acide pyrogallique.	Azote en résultant.	Brome (¹).	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydrocarbures forméniques.
zéro	zéro	zéro	8,8	19,8	26,5	44,9

Les hydrocarbures forméniques paraissent surtout formés de propane, d'après l'équation (3).

Alcool amylique (bouillant à 132° : on admet pour l'alcool primaire normal pur 137°). — Expérience vers 430°.

Ici encore, l'hydrogène domine : il y a très peu d'hydrocarbures éthyléniques, ce qui est probablement corrélatif de la facile décomposition de l'aldéhyde : d'ailleurs l'amylène doit se condenser en grande partie.

Potasse.	Acide pyrogallique.	Azote en résultant.	Brome.	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydrocarbures forméniques.
2,0	zéro	zéro	3,0	7,6	44,0	43,4

Comparaison de divers charbons. — De ces expériences faites avec de la braise de boulanger, je rapproche la suivante faite avec du charbon de bois de bourdaine, que je dois à l'obligeance de M. Vieille. En employant l'alcool éthylique, il faut une température un peu plus élevée, 435° environ, mais les résultats sont analogues :

Potasse.	Acide pyrogallique.	Azote correspondant.	Brome.	Chlorure cuivreux.	Oxyde d'argent.	Hydrocarbures forméniques.
4,4	0,9	3,4	27,2	15,5	24,1	24,5

Les hydrocarbures forméniques contiennent surtout du méthane (à la fois d'après une expérience d'absorption par l'alcool et d'après une analyse eudiométrique).

Avec le charbon de sucre, il faut une température plus élevée qu'avec la braise, environ 440°, mais les résultats sont encore analogues, comme le montre l'analyse suivante que M. l'abbé Senderens a bien voulu me communiquer :

Acide carbonique.	Éthylène.	Oxyde de carbone.	Hydrogène.	Hydrocarbure forménique (éthane).
4	4,8	28,4	28,5	34,0

(¹) Sur cette quantité totale d'hydrocarbures forméniques, il y a 6,0 absorbable par l'acide sulfurique concentré; d'autre part, un mélange de 2 volumes d'acide sulfurique et 1 volume d'eau absorbe 2,9 pour 100 (isobutylène).

Avec le graphite, d'après M. Ipatief (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXXII, 1904, p. 843), il n'y a aucune action catalytique.

Abaissement de la température de décomposition dû au catalyseur. — On peut, d'après les données précédentes, essayer de comparer les températures de décomposition des alcools, suivant qu'elle s'accomplit sous l'influence de la chaleur seule ou en présence de la braise (en prenant pour cette dernière température celle qui, dans mes expériences, correspond à un dégagement d'environ $0^l,50$ par heure; en augmentant la température, on a un dégagement plus rapide) :

	Alcools :				
	méthylique.	éthylique.	propylique normal.	iso-propylique.	iso-butylique.
Chaleur seule....	900° (Ipatief)	> 500° (Berthelot)	> 500° (Senderens)	> 400° (Senderens)	rien à 430°
Avec braise......	440°	375°-385°	380°	380°	350°
Charbon de sucre.	»	440°-450°	»	»	»

On peut remarquer que l'alcool méthylique qui, parmi tous les alcools, se décompose le plus difficilement sous l'influence de la chaleur seule, est aussi celui qui exige une température plus élevée pour se dédoubler sous l'influence du catalyseur.

Résumé. — L'ensemble de ces expériences montre que, par l'action de présence de la braise, la décomposition des alcools en vapeurs se fait pour une proportion importante, par *déshydrogénation*, au lieu de se faire presque exclusivement par déshydratation, comme avec le noir animal purifié : il n'y a d'exception que pour l'alcool isopropylique, qui se distingue sous ce rapport de l'alcool propylique normal.

Cette différence avec ce qui se passe pour le noir animal montre bien l'extrême mobilité des édifices moléculaires formés par les corps organiques : des influences très minimes peuvent déterminer des transformations différentes, et elles peuvent même se produire simultanément en différentes proportions.

Les faits observés vérifient d'ailleurs cette loi générale que le rôle des catalyseurs est surtout d'*abaisser la température des transformations chimiques :* c'est à cette conclusion qu'avaient déjà conduit autrefois mes recherches sur la décomposition de l'acide iodhydrique.

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale et sur les minéraux qu'elle accompagne dans les gisements tourmalinifères de Madagascar.* Note de M. **A. Lacroix.**

Depuis l'époque déjà lointaine à laquelle, pour la première fois, j'ai appelé l'attention (1) sur l'existence de la tourmaline lithique au mont Bity, d'après des échantillons donnés au Muséum par notre confrère M. A. Grandidier et par M. Villiaume, d'actives prospections, couronnées de succès, ont été faites dans ce massif montagneux, ainsi que dans diverses parties des provinces de Vakinankaratra (2), d'Ambositra et de Fianarantsoa.

On peut dès à présent considérer cette portion de la Grande Ile comme renfermant quelques-uns des plus remarquables gisements connus des minéraux des druses de pegmatites. Plusieurs d'entre eux, d'ailleurs, n'ont pas un intérêt exclusivement scientifique et sont exploités pour les pierres précieuses (tourmaline, béryl, etc.).

Grâce à l'obligeance et à la générosité de diverses personnes et en particulier de MM. Baret, Fürst et Mouneyres, la collection minéralogique du Muséum possède une grande quantité d'échantillons (accompagnés de renseignements) provenant de ces gisements intéressants. Je me propose de décrire ici une espèce minérale nouvelle que j'y ai rencontrée, et de fournir quelques notions sommaires sur les principaux minéraux qui l'accompagnent, renvoyant pour plus de détails à un Mémoire qui va paraître prochainement dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie*.

Le gisement où a été rencontré ce minéral est Maharitra, situé dans la vallée de la Sahatany (affluent de gauche de la Manandona), qui longe le pied occidental du mont Bity. La région est constituée par une alternance de calcaires marmoréens, de schistes micacés et de quartzites d'âge indéterminé, au milieu desquels se trouvent de nombreux filons de pegmatite et de quartz, offrant l'orientation générale, Nord-Sud, de la série sédimentaire métamorphisée ; à leur contact, les calcaires se chargent de trémolite, de

(1) *Bull. Muséum d'Histoire naturelle*, t. V, 1889, p. 318. C'est probablement de la même région que proviennent les cristaux que j'ai décrits en 1893 (*Minéralogie France et Colonies*, t. I, p. 104) comme provenant de Madagascar, mais sans indication plus précise de gisement.

(2) Les gisements reconnus se rencontrent dans un rayon d'environ 50km à partir d'Antsirabé, localité au sud de laquelle se trouve le mont Bity.

diopside, etc. D'après les renseignements que m'a communiqués M. Tirlet, ces filons de pegmatites peuvent atteindre 30^{m} d'épaisseur; ils sont constitués par des roches à grands éléments de quartz (quelquefois d'un beau rose), de microcline [souvent vert (amazonite)], d'albite, de tourmaline lithique de couleur généralement foncée, de lépidolite (lames violacées, atteignant 15^{cm} de diamètre), avec de nombreux minéraux accessoires: béryl (1) (gros prismes blancs, verts ou bleus, pierreux, mais présentant souvent des parties transparentes qui peuvent être taillées), grenats (grossulaire jaune orangé, de la variété essonite, localement transparent; almandin), apatite, etc. Tous les gisements similaires de Madagascar se trouvent dans les mêmes conditions géologiques et renferment plus ou moins les mêmes minéraux. Je citerai seulement l'un d'eux, celui d'Antondrokomby, situé sur la rive gauche de la Manandona, au sud du mont Bity, parce qu'il fournit en outre un minéral qui n'a pas été trouvé encore à Maharitra, le triphane, en gros cristaux limpides, soit incolores, soit violets (kunzite) (2).

La caractéristique de ces pegmatites consiste dans l'abondance de grandes cavités géodiques, tapissées par des cristaux des minéraux constitutifs de la roche et en particulier de feldspaths, de quartz enfumé et de tourmaline lithique, qui est l'objet principal des recherches pratiques.

Ces cristaux de tourmaline ont souvent plusieurs centimètres de longueur et peuvent atteindre d'énormes dimensions, tel l'un d'eux (rubellite transparente), provenant d'Antondrokomby, qui pesait 5^{kg},840. Petits ou gros sont généralement pauvres en formes; il n'y a guère que ceux d'un rouge très foncé (rubellite) dans lesquels les faces de la zone verticale [e^2 ($10\bar{1}0$) dominant et d^1 ($11\bar{2}0$)] soient relativement nettes; le plus souvent cette zone est cylindroïde et très cannelée. Le sommet libre, pointant dans la géode, est presque toujours le pôle antilogue, terminé par e^1 ($02\bar{2}1$), quelquefois accompagné de $e^{\frac{1}{2}}$ ($01\bar{1}1$). Quand exceptionnellement les cristaux sont bipyramidés (rubellite), le pôle analogue est constitué par p ($10\bar{1}1$) et e^1. Ces cristaux sont parfois très déformés par aplatissement suivant une face prismatique et développement exagéré d'une face du sommet (3).

---

(1) Les cristaux de béryl abondent aussi dans les filons de quartz.

(2) J'ai signalé depuis longtemps ce minéral à Madagascar (*Minéralogie France et Colonies*, t. II, 1895, p. 618, et *Madagascar au XX^e siècle*, 1902, p. 94), mais en cristaux dont la provenance exacte n'était pas connue; ils proviennent très probablement des gisements qui nous occupent ici.

(3) Dans quelques gisements il existe parfois d'autres formes: a^1 (0001), b^1 ($01\bar{1}2$), e_2 ($12\bar{3}2$), $e_{\frac{1}{2}}$ ($13\bar{4}1$), etc.

Ces tourmalines présentent d'extrêmes variations de couleur, non seulement dans les individus provenant d'un même gisement, mais dans un même cristal. Il n'y a guère que ceux de rubellite rouge rubis foncé, dont la couleur soit parfaitement homogène. Le plus souvent, un même cristal présente deux ou plusieurs couleurs : rouge (du rouge rubis au rose le plus pâle), jaune, orangée, verte, bleue, grise ou même presque incolore. Ces variations de coloration, fort intéressantes au point de vue minéralogique, rendent souvent de belles pierres inutilisables pour la joaillerie (¹); elles sont soumises d'ailleurs à quelques règles; on distingue en effet les cas principaux suivants :

1° Zones concentriques parallèles à l'axe vertical; le cristal, dont par exemple le centre est rouge foncé homogène, est entouré par une enveloppe extérieure jaune ou verte. Ces zones peuvent être plus nombreuses.

2° Le cristal est divisé en secteurs triangulaires, en rapport avec des rhomboèdres extérieurs, actuels ou transitoires; chaque secteur est lui-même formé par l'alternance de bandes diversement colorées (roses et vertes par exemple) correspondant dans leur disposition avec les bandes similaires des secteurs voisins.

3° La coloration peut être disposée d'une façon dissymétrique aux deux extrémités du cristal; un des cas les plus fréquents est celui dans lequel le pôle antilogue, terminé par e^1, est vert et le pôle analogue, par lequel le cristal est fixé sur sa gangue, rose.

Les tourmalines lithiques de Madagascar ne sont jamais que localement uniaxes; l'uniaxie n'est acquise que par des entre-croisements de plages biaxes, dans lesquelles l'écartement des axes peut être relativement assez grand.

Dans les géodes, il existe fréquemment plusieurs générations de tourmaline; la plus récente consiste en aiguilles d'un rose très pâle (avec souvent les faces e^1 jaunes) ou même incolores, parfaitement limpides, formant de délicats buissons sur des cristaux plus gros du même minéral ou sur des cristaux drusiques de béryl à forme spéciale. Ces derniers sont très différents, en effet, de ceux englobés dans la pegmatite; au lieu de présenter, comme ceux-ci, les formes $p(0001)$ et $m(10\bar{1}0)$, avec allongement suivant l'axe vertical, ils sont aplatis suivant la base, dépourvus de faces prismatiques et réduits aux formes p, $a^1(11\bar{2}1)$, avec parfois $a^{\frac{4}{3}}(33\bar{6}4)$ et $a_3(31\bar{4}1)$. Ces cristaux, transparents, roses ou d'un jaune rosé, possèdent

(¹) Les pierres utilisées pour la joaillerie sont celles qui ont une couleur homogène; celles d'un rouge rubis ont la plus grande valeur, qui peut atteindre 60^{fr} le carat. Mais ce sont les variétés jaunes et particulièrement celle jaune d'or, rappelant la cymophane (chrysobéryl), qui sont les plus spéciales à Madagascar. Dès 1901, j'ai fait tailler et exposé dans la Galerie de Minéralogie du Muséum de belles pierres de cette couleur, taillées dans des fragments de cristaux que m'avait envoyés M. Garnier-Mouton, administrateur colonial. Elles proviennent d'échantillons recueillis à Ambohimanjaka, au nord-est de Betafo.

probablement une composition chimique spéciale ([1]), car leurs indices de réfraction : $n_g = 1,5977$, $n_p = 1,5897$ (Na), sont de 0,01 plus élevés que les plus forts indices mesurés jusqu'à présent dans ce minéral.

La nouvelle espèce qui fait plus particulièrement l'objet de cette Note est, elle aussi, de formation récente. Elle se présente en prismes hexagonaux, striés horizontalement, ne dépassant guère 2^{mm}. D'un blanc jaunâtre, ils sont implantés sur des cristaux de quartz ou de tourmaline rose, sur lesquels ils constituent fréquemment des croûtes continues, ou bien encore ils sont distribués dans un agrégat miarolitique de paillettes de lépidolite, qui enveloppent aussi des aiguilles de tourmaline et des lames d'albite; enfin, on les trouve aussi disséminés au milieu des buissons d'aiguilles de tourmaline néogène. Ces cristaux sont le plus souvent un peu allongés suivant l'axe vertical et ont la forme de barillets à arêtes courbes, résultant du groupement, imparfaitement parallèle, d'un grand nombre d'individus. Plus rarement, ils sont aplatis suivant la base et groupés en rosettes. Ils possèdent un clivage très facile, parallèle à p, fournissant des lames à éclat très vif, un peu nacré. La densité est de 3,05, la dureté d'environ 5,5.

L'examen optique montre que ce minéral n'est que pseudo-hexagonal; en lumière polarisée parallèle, une lame basique se divise en six secteurs, à contours nets. Chacun d'eux est perpendiculaire à une bissectrice aiguë négative, avec axes peu écartés; les indices de réfraction sont compris entre 1,62 et 1,64. L'extinction de chaque secteur est souvent irrégulière, mais il existe des cristaux, dans lesquels apparaissent de fines macles polysynthétiques, dont le plan d'association est parallèle aux faces du prisme; l'angle d'extinction (traces de n_g) s'y fait à 30°, de part et d'autre de la ligne de macle.

Au chalumeau, le minéral fond facilement en un verre blanc bulleux et opaque. Il n'est pas attaqué par les acides. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani; le fluor et le bore ont été recherchés sans succès :

SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.	GlO.	MgO.	Li^2O.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.
31,95	41,75	14,30	2,27	0,13	2,73	0,40	0,16	6,50 = 100,19.

([1]) La nature des minéraux qui accompagnent ce béryl, l'analogie de sa couleur et de ses formes avec celui d'Hebron m'ont fait penser que, comme ce dernier, il pouvait être riche en alcalis (cæsium, lithium, sodium). M. A. de Gramont a bien voulu en faire l'examen spectroscopique, qui est venu confirmer cette hypothèse; l'étude chimique de ce béryl sera complétée ultérieurement.

Ces résultats conduisent à la formule

$$10\,SiO^2.8\,Al^2O^3.5,5\,(Ca, Gl, Mg)O.1,5\,(Li, Na, K)^2O.7\,H^2O,$$

dans laquelle l'eau, perdue seulement à très haute température, est entièrement basique. La formule peut donc se mettre sous la forme plus simple : $5\,SiO^2$, $4\,Al^2O^3$, $7\,(R^2O + RO)$. Remarquons que les rapports d'oxygène sont : $SiO^2 : (Al^2O^3 + R^2O + RO) = 1 : 1,9$. Cette composition se rapproche de celle d'un orthosilicate basique. Ce minéral vient se ranger, au point de vue systématique, dans le groupe de la staurotide et de la kornérupine, dans lequel on ne connaissait aucun type calcique, glucinique, ni alcalin.

Je propose de désigner cette nouvelle espèce sous le nom de *bityite*, pour rappeler le nom du massif montagneux d'où elle provient et qui doit être regardé comme classique pour l'étude des minéraux des pegmatites.

La bityite est de formation postérieure à celle de ses minéraux qu'elle accompagne; sa lithine et sa glucine ont probablement pour origine la tourmaline, la lépidolite et le béryl.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau rhéographe destiné à la projection des courbes de courants alternatifs.* Note de MM. **Henri Abraham** et **J. Carpentier.**

Tandis que, pour la mesure des courants continus, les galvanomètres ordinaires conviennent parfaitement, il faut, pour l'étude des courants alternatifs, avoir recours à des *galvanographes,* c'est-à-dire à des galvanomètres traçant des courbes dont les formes représentent les variations par lesquelles passe le courant étudié. Mais ces galvanomètres traceurs doivent, en outre, satisfaire à une condition toute particulière : leur équipage mobile, dont les déplacements doivent correspondre aux valeurs successives du courant, doit en pouvoir suivre les variations, si rapides qu'elles soient.

M. Blondel, dont les travaux sont bien connus de l'Académie, a préconisé et employé, pour l'étude des courants alternatifs, des galvanomètres dont l'équipage, d'une extrême légèreté, est asservi à un ressort antagoniste relativement puissant et peut ainsi suivre fidèlement les variations les plus brusques du courant qui le sollicite.

L'un de nous, dès 1897, a signalé à l'Académie [1] le parti qu'on peut tirer des galvanomètres à équipage pesant. L'instrument que nous présentons aujourd'hui a été établi sur le même principe que l'appareil qui avait fait l'objet de cette Communication déjà ancienne. L'intérêt qu'il présente résulte du fait que son équipage mobile peut être relativement lourd; il peut ainsi porter un miroir de grande surface, condition indispensable pour qu'il se prête à des tracés de courbes par projections.

Dans cet instrument, deux points méritent particulièrement d'attirer l'attention.

Galvanomètre. — Le galvanomètre a pour équipage un simple anneau rectangulaire en aluminium, mobile autour d'un axe vertical, sans aucune communication électrique directe avec l'extérieur. Dans cet anneau se développent des courants d'induction provoqués par la proximité d'un circuit fixe dans lequel circule un courant, dont les variations sont une fonction appropriée des variations du courant à étudier. L'induction est renforcée par la présence d'un noyau de fer doux engagé à la fois dans le circuit fixe et dans l'anneau mobile. La suspension de l'anneau est constituée par un fil métallique très fin, dont le couple de torsion, extrêmement faible, est suffisant cependant pour imposer à l'anneau une position de repos. Enfin un aimant, dont les branches verticales sont parallèles à l'axe de rotation de l'anneau et dans le plan de sa position de repos, crée un champ magnétique, dont la réaction, sur les courants induits dont l'anneau est le siège, est la cause des mouvements de l'anneau.

Dans les conditions où cet anneau est installé, la seule action notable qui intervienne est la force d'inertie, précisément à cause de l'importance de sa masse. La force d'inertie est proportionnelle à l'accélération de l'anneau mobile, c'est-à-dire à la dérivée seconde de son déplacement. Pour que ce déplacement soit proportionnel au courant étudié, il suffit donc que la force motrice, à laquelle est proportionnelle l'accélération, soit elle-même proportionnelle à la dérivée seconde du courant. Or, rien n'est plus facile que de prendre électriquement une dérivée première ou une dérivée seconde par des courants de charge d'un condensateur ou par des forces électromotrices d'induction, et ce sont de pareilles combinaisons qu'on utilise suivant les cas qui se présentent.

---

[1] Henri Abraham, *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 758.

Notre rhéographe comporte non point un seul, mais deux galvanomètres. Il permet ainsi de juxtaposer deux figures représentant les variations de deux grandeurs conjuguées, comme l'intensité et la force électromotrice d'un même courant.

Synchronoscope à réflexion multiple. — Le deuxième dispositif à considérer dans le rhéographe est le système optique qui a pour fonction d'étaler verticalement sur l'écran de projection, proportionnellement au temps, le mouvement vibratoire horizontal des rayons réfléchis par les miroirs des galvanomètres et d'amener en coïncidence les courbes qui se succèdent sur l'écran. Ce dispositif a été également décrit par l'un de nous (¹).

Le principal organe optique du synchronoscope est un prisme à trois faces fonctionnant par réflexion totale. Ce prisme horizontal tourne autour de son axe, entraîné synchroniquement par une roue dentée en fer disposée entre les pôles d'une paire d'électro-aimants alimentés par le courant alternatif. Le prisme donnerait à lui seul trois apparitions par tour.

Pour multiplier les apparitions de la courbe et produire sur la vue une impression persistante et plus intense, le faisceau émergeant du prisme n'est pas envoyé directement sur l'écran. Pendant la rotation, il est réfléchi successivement sur quatre miroirs plans qui sont fixes et placés de manière à renvoyer l'un après l'autre la courbe toujours à la même place sur l'écran.

Expériences exécutées sur le rhéographe. — M. CARPENTIER fait fonctionner devant l'Académie un rhéographe qu'il a installé sur la table de la salle des séances.

Un arc électrique contenu dans une lanterne de projection ordinaire et alimenté par une batterie d'accumulateurs, dissimulée sous la table, constitue la source de lumière utilisée pour les expériences. Cette source, bien que d'intensité modérée, est suffisante pour que dans la salle, en plein jour, sur un écran blanc simplement abrité, apparaissent, en traits d'une grande visibilité, diverses courbes montrant, pour le Secteur de la rive gauche, la forme de la force électromotrice, puis du courant tantôt sur résistance, tantôt sur self-induction, tantôt sur capacité. Ces courbes sont observées par les assistants groupés derrière l'appareil.

(¹) HENRI ABRAHAM, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 174.

PHYSIQUE. — *Mesures électrocapillaires par la méthode des larges gouttes.* Note de M. Gouy.

L'électromètre capillaire ne donnant que les rapports des tensions superficielles, je me suis proposé de compléter mes recherches sur la fonction électrocapillaire par des mesures absolues, au moyen de larges gouttes de mercure placées dans un électrolyte et polarisées à leur maximum de tension superficielle α. La méthode connue consiste à mesurer la différence de niveau ε du sommet de la goutte et de son équateur, ainsi que le rayon r de celui-ci, et les densités D_m et D des deux liquides. On a alors, en posant

$$a^2 = \frac{2\alpha}{D_m - D},$$

la relation

$$a^2 = \varepsilon^2 - \frac{2\sqrt{2}-1}{3}\left(\frac{a^2}{r} - \frac{a^4}{2r^2}\right) \quad (^1).$$

La méthode a reçu deux perfectionnements.

D'abord on oblige la goutte à être rigoureusement circulaire. Celle-ci déborde en effet d'un vase de verre hémisphérique, travaillé optiquement, dont le bord supérieur a été ensuite finement rodé sur un plan. La goutte a donc pour base une circonférence parfaite, dont le rayon est de 40^{mm}, et la valeur r est voisine de $40^{mm},5$. On évite ainsi bien des irrégularités, car les procédés ordinaires donnent des gouttes imparfaitement rondes, et l'on ne sait alors quelle valeur de r il faut introduire dans les calculs.

En second lieu, le faisceau horizontal qui tombe sur l'équateur de la goutte le rencontre sous une incidence de 80°, telle que le faisceau réfléchi n'a pas d'astigmatisme; le microscope montre alors une étoile brillante d'un pointé facile.

Les mesures se font au moyen de l'appareil décrit récemment ([2]). L'objectif du microscope a 50^{mm} de distance frontale (dans l'air) et 10^{mm} d'ouverture, mais il est diaphragmé par une fente horizontale de 4^{mm} de largeur, dans le but d'améliorer la visée du sommet de la goutte (par réflexion d'une pointe), qui est la partie la moins satisfaisante de la méthode.

Le Tableau suivant donne, pour six solutions aqueuses, les valeurs de α

([1]) Cette formule de seconde approximation, due à Mathieu (*Théorie de la capillarité*, p. 138), nous donne des valeurs de α plus grandes de 2 pour 1000 que la formule de Laplace. Le rayon de courbure calculé au sommet de nos gouttes est de l'ordre de 100^{km}, et le terme correspondant n'a pas été écrit.

([2]) *Comptes rendus*, 8 juin 1908.

au maximum électrocapillaire, à la température de 18°. Le rapport de ce maximum à celui de l'eau pure, mesuré précédemment à l'électromètre capillaire ([1]), est désigné par K.

Solution.	$\alpha\left(\frac{mg}{mm}\right)$.	K.	$\frac{\alpha}{K}$.
$H^2SO^4(\frac{1}{2}M)$	43,48	0,9991	43,52
$H^2SO^4(\frac{1}{6}$ en vol.)	43,30	0,9953	43,50
$Na^2SO^4(\frac{1}{2}M)$	43,56	1,0017	43,49
HCl (1 M)	43,15	0,991	43,54
KBr(1 M)	42,62	0,979	43,54
KI(1 M)	40,86	0,940	43,46

La moyenne 43,51 des nombres de la dernière colonne vous donne le maximum de tension pour la surface mercure-eau; leur concordance est une confirmation de l'exactitude des deux méthodes. En unités C. G. S., on aura 426,7.

Ces nombres sont relatifs à une surface toute récente. Il s'est présenté en effet une complication inattendue. Si l'on fait, sur une goutte de mercure préparée à l'instant même, des mesures successives, aussi rapprochées que possible, on constate que, *à potentiel constant, la tension reste constante pendant un temps* θ, *puis diminue rapidement et pendant longtemps*. Ce délai θ, qui est du reste assez irrégulier, vaut 10 minutes ou davantage pour les solutions du Tableau précédent, et les mesures sont encore possibles, car elles demandent environ 5 minutes.

Mais, avec d'autres liquides, le phénomène évolue bien plus vite et la première mesure faite est déjà beaucoup trop petite, en sorte qu'on ne peut plus ni constater ni utiliser le délai θ. C'est le cas de l'eau pure et de plus de la moitié des solutions essayées ([2]).

Avec l'électromètre capillaire, j'avais observé un phénomène analogue, mais sans pouvoir le distinguer des effets du démouillage du tube ([3]).

([1]) *Sur la fonction électrocapillaire*, 1re Partie, Tableau I (*Annales de Chimie et de Physique*, juin 1903).

([2]) En voici la liste : $H^2SO^4(\frac{1}{200}M)$, $Na^2SO^4(\frac{1}{200}M)$, $KI(\frac{1}{100}M)$, $KAzO^3(1M)$, KCyS(1 M), $(AzH^4)^2HPO^4(1M)$, $Na^2CO^3(\frac{1}{2}M)$, $MgSO^4$(sat.).

([3]) « Au bout d'un temps variable, suivant la solution et l'état de polarisation, le ménisque, jusque-là bien fixe, se met à descendre peu à peu, en quelque sorte indéfiniment.... On doit vraisemblablement l'attribuer au démouillage du tube, par lequel l'angle de raccordement cesse d'être nul. Le phénomène est surtout aisé à étudier avec les solutions très étendues... mais il se produit avec presque tous les liquides si l'on attend un temps suffisant. » (*Sur la fonction électrocapillaire*, 1re Partie, Chap. I, § IV).

Avec cet instrument, il est facile de faire une mesure quelques secondes après avoir renouvelé la surface mercurielle par écoulement, en sorte que cette difficulté était peu sensible. Je crois du reste, sans avoir de chiffres précis, que cette diminution de tension était bien moins rapide dans la pointe capillaire que sur une large goutte.

Peut-être le délai θ dont il s'agit est-il comparable aux phénomènes de retard (surfusion, etc.), et, comme tel, persiste-t-il plus aisément dans l'espace très restreint de la pointe capillaire; ou bien la différence peut tenir à ce que l'électrolyte y reste stationnaire. Quant à la diminution de tension, on peut la rapprocher de celle bien connue que montre une goutte de mercure dans l'air ou dans d'autres gaz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydes métalliques sur les alcools primaires.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Comme Berthelot l'a indiqué depuis longtemps, les alcools primaires forméniques tendent, lorsqu'on les soumet à des températures voisines du rouge, à se dédoubler selon deux réactions distinctes: l'une fournit, par déshydratation, le carbure éthylénique correspondant

$$C^nH^{2n+1}-CH^2OH = H^2O + C^nH^{2n} = CH^2;$$

l'autre donne l'aldéhyde avec séparation d'hydrogène

$$C^nH^{2n+1}-CH^2OH = H^2 + C^nH^{2n+1}-COH.$$

Mais, quand la température est inférieure à 400°, les alcools primaires, chauffés seuls, ne donnent encore aucune décomposition appréciable.

Il n'en est plus ainsi lorsque, dans les mêmes conditions de température, les vapeurs d'alcools se trouvent au contact de certaines substances capables d'agir soit chimiquement, soit catalytiquement (c'est-à-dire par action chimique temporaire) sur l'un des facteurs de l'une des deux réactions qui tendent à se produire. Dans ce cas, la réaction correspondante aura lieu effectivement à température inférieure à 400°. S'il s'agit d'une action chimique permanente, la destruction de l'alcool ne durera qu'un certain temps; s'il s'agit au contraire d'une formation temporaire donnant lieu à une catalyse, où la matière active n'est pas modifiée visiblement, le phénomène se poursuivra indéfiniment.

Le premier cas se présente quand les vapeurs d'alcool sont mises au contact

d'oxydes métalliques facilement réductibles à l'état de métal ou d'oxyde inférieur : l'hydrogène se sépare de l'alcool pour former de l'eau et il se produit l'aldéhyde. Celle-ci pourra d'ailleurs agir sur l'oxyde et lui prendre aussi de l'oxygène soit pour donner l'acide correspondant, soit pour être brûlée complètement avec formation d'eau et d'anhydride carbonique. La décomposition de l'alcool cessera d'avoir lieu quand tout l'oxyde aura été réduit, à moins que le métal ou l'oxyde inférieur issu de la réduction n'exercent à leur tour une action catalytique de dédoublement.

Le deuxième cas, décomposition indéfinie des alcools par catalyse à température peu élevée, a lieu facilement au contact de divers métaux divisés : cuivre, nickel, cobalt, fer, platine, ainsi que l'un de nous l'a établi il y a quelques années, en collaboration avec M. Senderens (1); dans le cas des alcools primaires forméniques, ces métaux provoquent exclusivement leur dédoublement en hydrogène et aldéhydes, ces dernières étant à leur tour plus ou moins atteintes selon les conditions de la réaction.

D'autre part, divers chimistes, notamment Ipatieff, Senderens, etc., ont indiqué que certains oxydes, et particulièrement l'alumine, jouissent de la propriété de déterminer catalytiquement la déshydratation des alcools et de produire les carbures éthyléniques.

Nous avons étudié méthodiquement un grand nombre d'oxydes métalliques, en faisant agir sur eux les vapeurs des alcools primaires, à des températures généralement inférieures à 350°, et n'excédant en aucun cas 400°. Les conditions expérimentales ont été, dans tous les cas, aussi semblables que possible. L'oxyde étudié était disposé, sur une épaisseur de 5^{mm}, dans une nacelle de porcelaine mince ayant 140^{mm} de long sur 9^{mm} de large, placée au centre d'un tube de verre horizontal chauffé par une grille bien réglée. Un thermomètre, couché dans l'intérieur du tube, indiquait la température atteinte dans la nacelle. Grâce au dispositif à tube capillaire qui a été imaginé par l'un de nous (2), les alcools étaient fournis avec un débit régulier : dans le cas de l'alcool éthylique, ce débit était par heure de 17^{g}.

Les oxydes que nous avons examinés peuvent être divisés en quatre groupes :

1° Un certain nombre ne subissent aucune réduction et n'exercent au-dessous de 400° sur les alcools primaires aucune décomposition appréciable : tels sont les pro-

(1) PAUL SABATIER et J.-B. SENDERENS, *Comptes rendus*, 1903, t. CXXXVI, p. 738, 921 et 983.

(2) PAUL SABATIER et SENDERENS, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905.

toxydes de calcium, strontium, baryum, la magnésie calcinée, la silice calcinée, l'oxyde titanique TiO^2 calciné.

2° Beaucoup d'oxydes sont rapidement réduits par les vapeurs d'alcools à l'état de métal ou d'oxydes inférieurs.

3° Un grand nombre d'oxydes sont irréductibles par les vapeurs d'alcools au-dessous de 400°, mais les décomposent catalytiquement soit en aldéhydes, soit en carbures éthyléniques, soit selon un mode mixte superposant les deux réactions.

4° Certains oxydes, dont la réduction n'a lieu que lentement, exercent sur les alcools, tant qu'ils subsistent, une action catalytique de dédoublement.

Nous aurons l'honneur d'indiquer prochainement les résultats fournis par ces divers groupes d'oxydes.

M. **A.-Michel Lévy** fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier sous le titre : *Les reproductions artificielles des roches et des minéraux.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, en remplacement de M. *A. de Lapparent*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. H. Becquerel obtient	. . . .	49 suffrages
M. Van Tieghem	»	2 »

M. **H. Becquerel**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *H.-C. Vogel*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Herbert-Hall Turner obtient	. . . .	38 suffrages
M. Henri Bruns	»	1 »
M. Kapteyn	»	1 »

M. **Herbert-Hall Turner**, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie pour la Section d'Astronomie.

CORRESPONDANCE.

M. Gaillot, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les découvertes modernes en Physique. Leur théorie et leur rôle dans l'hypothèse de la constitution électronique de la matière*, par O. Manville. (Présenté par M. Violle.)

2° *Geologische Karte der Simplongruppe* et *Erläuterungen zur geologischen Karte der Simplongruppe in* $\frac{1}{50000}$, von C. Schmidt und H. Preiswerk (1892-1905), *mit Verwertung der Aufnahmen*, von A. Stella (1898-1906); *Die Geologie des Simplongebirges und des Simplontunnels*, von C. Schmidt. (Présentés par M. le prince Roland Bonaparte.)

3° E. Alluard, *Observatoire météorologique du Puy de Dôme. Sa fondation. Son inauguration. Le 25e anniversaire de sa fondation. Découverte du temple de Mercure à la cime du Puy de Dôme en 1872. Notice biographique.*

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de* 1908. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Le nombre des jours d'observation est de 41.

Les résultats des observations de ce trimestre ne sont pas absolument comparables à ceux du précédent, à cause d'une lacune de 22 jours consécutifs (16 février-8 mars); mais, néanmoins, il en ressort avec évidence, en ce qui concerne les *taches*, une grande diminution dans l'aire de ces phénomènes : on a en effet, pour les 39 groupes enregistrés, une surface totale de 1597 millionièmes, tandis que, précédemment, on avait pour 47 groupes 6561 millionièmes.

Nous n'avons pas noté de groupe important et, à part le 26 mars où il y avait d'ailleurs des cirrus très gênants, le Soleil ne s'est montré dépourvu de tache en aucun des autres jours d'observation.

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, le nombre des groupes est resté plus faible d'un tiers environ au Nord (15) qu'au Sud (24).

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules notés est de 78, semblable à celui du troisième trimestre de 1907, mais leur surface totale est un peu moindre : on a effectivement 82,7 millièmes au lieu de 97,6.

Leur répartition de part et d'autre de l'équateur est, comme précédemment, de 46 groupes au Sud et de 32 au Nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1908. — 0,00.			
7	1	3,3	— 5		130
7	1	5,9	—17		16
7	1	7,9		+13	37
7-14	6	8,9		+11	284
7	1	10,5	— 6		3
7-14	3	11,1		+ 3	3
7-17	8	11,7	—16		45
13-18	3	12,8	—16		8
14	1	13,6	— 8		2
11-18	8	16,2	—11		17
11-16	6	16,3		+19	35
11-21	9	17,7	— 4		186
18-21	3	22,0	— 8		7
21	1	24,0		+11	3
29	1	29,8	— 6		2
3- 5	3	30,6	—14		48
4	1	31,8	—19		2
	14 j.		—10°,8	+11°,4	
		Février. — 0,00.			
28- 5	3	3,1		+10	4
29- 6	6	3,7		+22	123
30	1	4,9		+11	10
8	1	5,4	— 3		6
		Février (suite.)			
3-11	6	8,6	—13		30
8-15	5	12,5		+15	9
8-13	3	13,0	— 2		10
8-15	5	14,5		+11	90
11-15	4	15,0	— 7		23
11-14	3	17,7		+27	26
11-15	4	18,0	—10		31
	10 j.		— 7°,0	+16°,0	
		Mars. — 0,06?			
9-12	3	10,1	—16		5
9-14	6	11,0	— 9		22
10-11	2	13,1		+16	2
9-14	6	13,4	— 3		19
10-21	9	15,9	— 8		80
14-23	6	19,8		+10	64
17-24	6	21,0	— 3		50
17-24	6	21,7	— 9		60
19-23	4	22,8		+ 9	25
27-30	4	27,1		+11	78
27	1	28,8	— 4		2
	17 j.		— 7°,4	+11°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1908.	Sud 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	»	6	6	12	5	1	4	»	»	»	17	828
Février	»	»	»	1	4	5	6	1	3	2	»	»	11	362
Mars	»	»	»	1	6	7	4	2	2	»	»	»	11	407
Totaux ...	»	»	»	8	16	24	15	4	9	2	»	»	39	1597

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1908.	Sud 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	3	7	5	15	9	2	7	»	»	»	24	36,6
Février	»	»	2	1	7	10	10	1	6	3	»	»	20	20,4
Mars	»	1	4	7	9	21	13	3	7	2	1	»	34	25,7
Totaux ...	»	1	9	15	21	46	32	6	20	5	1	»	78	82,7

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces réglées.* Note de M. A. **Demoulin**.

Envisageons une surface réglée assujettie à la seule condition que son cône directeur ne soit ni un cône isotrope, ni un plan isotrope. Une génératrice variable g de cette surface admet, en général, un point central O; attachons-lui un trièdre trirectangle $Oxyz$ défini comme il suit : Oz coïncide avec g et le plan xOz touche en O la surface. Désignons, suivant l'usage, par ξ, η, ζ, p, q, r les translations et les rotations du trièdre; ce sont des fonctions d'une variable t; deux d'entre elles sont nulles, à savoir q et η. Pour que la rotation r soit nulle, il faut et il suffit que la surface ait un plan directeur.

Les quadriques qui se raccordent à la surface réglée suivant la génératrice g sont définies par l'équation

$$2xr = Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2hy,$$

dans laquelle A, B, C sont des paramètres arbitraires et h le paramètre de distribution de g.

La quadrique osculatrice répond aux valeurs suivantes de A, B, C :

$$A = \frac{r}{p} + \frac{\zeta}{\xi}, \qquad B = \frac{1}{2\xi}\cdot\frac{dh}{dt}, \qquad C = \frac{r}{p}.$$

Supposons d'abord $r \neq 0$; alors cette quadrique a un centre C dont les coordonnées (x_0, y_0, z_0) ont pour valeurs

$$x_0 = 0, \qquad y_0 = \frac{\xi}{r}, \qquad z_0 = \frac{1}{2r}\cdot\frac{dh}{dt}.$$

On conclut de là que *le centre de la quadrique osculatrice appartient à la caractéristique du plan asymptote de g.*

Les composantes V_{x_0}, V_{y_0}, V_{z_0} de la vitesse du point C sont données par les formules

$$V_{x_0} = 0, \qquad V_{y_0} = -pz_0 + \frac{dy_0}{dt} = y_0\frac{d\log y_0\sqrt{h}}{dt}, \qquad V_{z_0} = \zeta + py_0 + \frac{dz_0}{dt}.$$

Si l'on désigne par $-P^2$ le produit des carrés des demi-axes de la quadrique osculatrice, on peut écrire $P = y_0^2 h$.

La caractéristique de la quadrique osculatrice se compose de la généra-

trice g, comptée deux fois, et de deux génératrices g_1, g_2 qui coupent g aux points flecnodaux F_1, F_2. Les z de ces points sont les racines de l'équation

$$(1) \qquad z^2 V_{y_0} + 2z(y_0 V_{z_0} - z_0 V_{y_0}) + h y_0 \left(y_0 \sqrt{h} \frac{d}{dt} \frac{A}{\sqrt{h}} - \frac{dh}{dt} \right) = 0.$$

On déduit de là une propriété générale des surfaces réglées :

La tangente, en C, *à la trajectoire de ce point, passe par le milieu du segment* $F_1 F_2$.

Voici maintenant quelques conséquences de l'équation (1) se rapportant à des surfaces réglées particulières.

I. *Pour que, sur chaque génératrice g, un des points flecnodaux soit à l'infini, il faut et il suffit que le point* C *appartienne à l'arête de rebroussement de la développable asymptote. Cette condition est équivalente à la suivante : le produit des axes de la quadrique osculatrice est constant.*

Les surfaces considérées s'obtiennent par quadratures. Le cône directeur peut être pris arbitrairement; soient (c, c', c'') les cosinus directeurs d'une génératrice de ce cône. Les coordonnées (X, Y, Z) du point O sont définies par des formules telles que la suivante :

$$(2) \qquad X = \int \left[\left(c'' \frac{dc'}{dt} - c' \frac{dc''}{dt} \right) \frac{P^{\frac{1}{3}} W^{\frac{2}{3}}}{H^2} + c\zeta \right] dt.$$

W désigne le *wronskien* de c, c', c''; ζ est arbitraire et l'on a posé

$$H^2 = \left(\frac{dc}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc'}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc''}{dt}\right)^2.$$

II. *Pour que, sur chaque génératrice g, les deux points flecnodaux soient à l'infini, il faut et il suffit que le centre* C *de la quadrique osculatrice soit fixe.*

Les surfaces réglées dont la ligne flecdonale est tout entière à l'infini ont été considérées récemment par M. Tzitzéica (*Comptes rendus*, 9 déc. 1907). Ce géomètre les a définies (*Rendiconti* de Palerme, 1908) par des formules où figurent trois solutions linéairement indépendantes d'une équation linéaire du troisième ordre dépendant d'une fonction arbitraire. On peut les représenter par des formules ne renfermant que des quadratures. Il suffit en effet, pour obtenir leur ligne de striction, de remplacer, dans les équations

telles que (2), ζ par sa valeur tirée de l'équation $V_{z_0} = 0$, valeur qui ne dépend que de H, de W et de leurs dérivées.

III. *Pour qu'une surface réglée qui ne possède pas un plan directeur soit une quadrique, il faut et il suffit : 1° que le centre de sa quadrique osculatrice soit un point fixe* C *(alors* P *est constant)*; 2° *qu'on ait, pour toute génératrice* g, *soit* $\frac{2\sqrt{P}\cot\omega}{\sqrt{h}} - h = \text{const.}$, *soit* $2y_0 \cot\omega - h = \text{const.}$, ω *désignant l'angle des tangentes asymptotiques relatives au point central et* y_0 *la distance du point* C *à la génératrice.*

IV. On peut représenter par des formules ne renfermant que des quadratures : 1° les surfaces pour lesquelles le point central de chaque génératrice est au milieu du segment F_1F_2 et, parmi ces surfaces, celles qui sont formées des binormales d'une courbe; 2° les surfaces dont la ligne de striction constitue une des branches de la ligne flecnodale et, parmi ces surfaces, celles dont la seconde branche de la ligne flecnodale est à l'infini.

Lorsque $r = 0$, la surface réglée a un plan directeur; alors, sur chaque génératrice, un des points flecnodaux est à l'infini et le z du second point flecnodal est défini par l'équation

$$z \tang\gamma \frac{d\sqrt{-k}}{dt} + 2\sqrt{h}\frac{dh^{-\frac{1}{2}}\tang\omega}{dt} = 0,$$

où l'on désigne par k la courbure totale du paraboloïde osculateur en son sommet et par γ l'angle de l'axe de ce paraboloïde et de la génératrice; ω a la même signification que plus haut.

Si, par un point fixe O_1, on mène un segment O_1A égal à l'unité et parallèle à l'axe du paraboloïde osculateur, les projections de la vitesse du point A sur les arêtes du trièdre $Oxyz$ ont pour expressions

$$0, \quad -\frac{\sin\gamma}{4}\frac{d\log k}{dt}, \quad \frac{\sin^2\gamma}{4\cos\gamma}\frac{d\log k}{dt}.$$

Pour que le second point flecnodal soit à l'infini, il faut et il suffit que k soit constant ou encore que l'axe du paraboloïde osculateur ait une direction invariable. Les surfaces considérées ici sont les seules surfaces réglées pour lesquelles on a $RR'\cos^4\varphi = \text{const.}$, φ désignant l'angle de la normale en un point quelconque avec une droite fixe, et R, R' les rayons de courbure principaux en ce point.

Pour qu'une surface réglée à plan directeur soit un paraboloïde, il faut et il suffit que les axes de ses paraboloïdes osculateurs soient parallèles et qu'on ait, pour toute génératrice, $\sqrt{h}\cot\omega = \text{const.}$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les produits canoniques de genre infini.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Poincaré.

J'ai indiqué dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 13 janvier 1908) comment il me paraissait convenable de définir les produits canoniques de genre infini et, en tous cas, comment il faut choisir l'exposant de convergence attaché à une suite de modules $r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$, pour que les fonctions entières ayant pour zéro des nombres dont les modules forment cette suite, aient une limite supérieure la plus petite possible.

Je veux faire connaître ici les études initiales sur les facteurs primaires qui m'ont permis de résoudre ce problème, réservant les réponses à quelques questions essentielles concernant les produits canoniques tels que je les définis.

I. *Étude des maxima et des minima d'un facteur primaire.* — Soit $t = ue^{i\theta}$, u positif, θ réel, $(1-t)e^{t+\frac{t^2}{2}+\ldots+\frac{t^p}{p}} = e^{U(u,\theta)+iV(u,\theta)}$.

Voici les propriétés principales des maxima et minima de U quand u reste constant.

1° *Répartition.* — Les maxima et minima correspondent, pour chaque valeur positive de u, aux valeurs de θ données par $\sin(p+1)\theta - u\sin p\theta = 0$. Pour se borner aux valeurs de θ non extérieures à l'intervalle 0 à π (les autres en sont symétriques par rapport à 0), il y a une valeur de θ et une seule dans chacun des intervalles $\frac{h\pi}{p}$ à $\frac{h+1}{p+1}\pi$ $(h = 1, 2, \ldots, p-1)$, une valeur entre 0 et $\frac{\pi}{p+1}$, si $u < 1 + \frac{1}{p}$, enfin $\theta = 0$, $\theta = \pi$.

2° *Évolution.* — La valeur de θ qui reste comprise entre $\frac{h\pi}{p}$ et $\frac{h+1}{p+1}\pi$ $(0 < h < p)$ est telle que le point u, θ décrive une branche de courbe s'éloignant à l'infini, sur laquelle il y a un maximum pour h pair et un minimum pour h impair, égaux à l'intégrale curviligne $\int_0^u u^p \frac{\sin p\theta}{\sin\theta}\,du$, prise le long de cette branche. Ceci est encore vrai pour $h = 0$ (maximum et branche finie), $u \leq 1 + \frac{1}{p}$.

Pour $\theta = 0$, $u < 1$, on a un minimum égal à $\int_0^u \frac{u^p}{1-u}\,du$; $1 < u < 1 + \frac{1}{p}$, minimum donné par $\int_A^u \frac{u^p}{u-1}\,du$, A étant indépendant de u; $1 + \frac{1}{p} < u$, maximum donné par la même formule.

Pour $\theta = \pi$, maximum ou minimum selon la parité de p, donné par $\int_0^u \frac{(-1)^p u^p}{1+u}\,du$.

3° *Classement.* — Soient, dans l'ordre où on les rencontre sur le cercle $u =$ const., $-v_0, V_0, -v_1, V_2, \ldots, -v_{2i-1}, V_{2i}, \ldots$, les minima et maxima $\left(-v_0 \text{ n'existe que pour } u < 1 + \frac{1}{p}\right)$. Les nombres $v_0, V_0, v_1, \ldots$ sont précisément rangés dans l'ordre des grandeurs décroissantes. Cependant, au sujet de v_0, il convient de dire qu'il ne conserve le premier rang que jusqu'à $1 + \frac{\alpha'_0}{p}$, après quoi il descend dans la suite jusqu'à ce qu'il soit au dernier rang, en coupant les termes successifs en $1 + \frac{\alpha'_1}{p}$, $1 + \frac{\alpha'_2}{p}$, $\ldots$, $\alpha'_0, \alpha'_1, \ldots$ étant compris entre 0 et $A < 1$, et tendant vers des limites pour p infini.

Le maximum absolu est, pour $0 < u < 1 + \frac{1}{p}$, égal à $\int_0^u u^p \frac{\sin p\theta}{\sin\theta}\,du$ avec $u = \frac{\sin(p+1)\theta}{\sin p\theta}$, $0 < \theta < \frac{\pi}{p+1}$; pour $u > 1 + \frac{1}{p}$, c'est $\int_A^u \frac{u^p}{u-1}\,du$, A étant, si l'on veut, déterminé par la condition que les deux expressions soient égales pour $u = 1 + \frac{1}{p}$.

Le minimum absolu est, pour $0 < u < 1$, $\int_0^u \frac{u^p}{1-u}\,du$; pour $1 < u < 1 + \frac{\alpha'_1}{p}$, c'est $-\int_u^A \frac{u^p}{u-1}\,du$; pour $u > 1 + \frac{\alpha'_1}{p}$, c'est $\int_0^u u^p \frac{\sin p\theta}{\sin\theta}\,du$ avec $u = \frac{\sin(p+1)\theta}{\sin p\theta}$, et $\frac{\pi}{p} < \theta < \frac{\pi}{p+1}$. α'_1 est encore déterminé par la condition que les deux expressions du minimum se rejoignent pour $u = 1 + \frac{\alpha'_1}{p}$.

4° *Valeurs pour p infini.* — Si $u = 1 + \frac{\alpha}{p}$, α étant fixe, le $k^{\text{ième}}$ maximum ou minimum, k étant fixe, tend vers une limite quand p augmente indéfiniment. Le maximum absolu tend, si $\alpha < 1$, vers $\int_{-\infty}^{\alpha} e^{\alpha} \frac{\sin\beta}{\beta}\,d\alpha$, avec $\beta \cot\beta = \alpha$, $0 < \beta < \pi$ (en particulier le maximum pour $u = 1$ tend vers une limite), et

pour $\alpha > 1$ vers $C + L\alpha + \int_0^\alpha \frac{e^\alpha - 1}{\alpha} d\alpha = li\alpha$, qui est la limite de $u + \frac{u^2}{2} + \ldots + \frac{u^p}{p} + L(u-1)$ pour $u = 1 + \frac{\alpha}{p}$, α fixe et p infini, de même que $e^\alpha = \lim. u^p$.

Le minimum tend pour $\alpha < \alpha_1$ $(\alpha_1 = \lim \alpha'_1)$ vers $C + L|\alpha| + \int_0^\alpha \frac{e^\alpha - 1}{\alpha} d\alpha$ et pour $\alpha > \alpha_1$ vers $\int_{-\infty}^\alpha e^\alpha \frac{\sin\beta}{\beta} d\alpha$ avec $\beta \cot \beta = \alpha$, et $\pi < \beta < 2\pi$.

5° *Expressions approchées. Maximum.* — M. Lindelöf indique une inégalité de la forme $U(u, \theta) < A_\tau u^\tau$, $p \leqq \tau \leqq p + 1$, A_τ étant une constante dont la valeur inférieure A'_τ, pour une valeur de τ donnée, dépend de τ. Il est possible de montrer qu'on peut toujours prendre $A_\tau = 1$, et que A'_τ tend, en décroissant avec $\frac{1}{\tau}$, vers une valeur voisine de $\frac{3}{7}$. Mais cette expression de M. Lindelöf ne reste dans un rapport fini avec le maximum de U que si, en posant $u = 1 + \frac{\alpha}{p}$, α reste finiment grand. Au contraire, l'expression $\frac{u^{p+1}}{p|u-1|}$ donne un rapport qui tend vers 1, si α est infiniment grand, positif ou négatif, et reste fini, si α n'est pas infiniment petit.

En somme, des trois fonctions : $G_1(u)$ définie pour $u < 1$ et égale à $\frac{u^{p+1}}{p(1-u)}$, $G_2 = u^\tau$, G_3 définie pour $u > 1$ et égale à $\frac{u^{p+1}}{p(u-1)}$, *quels que soient u et* $p \geqq 1$, il y en a toujours une dont le rapport au maximum de U soit compris entre des constantes numériquement calculables, par exemple entre $\frac{1}{10}$ et 10. Mais il se trouve que, dans l'évaluation de la limite supérieure des fonctions entières de genre infini, les facteurs correspondant à des valeurs de u pour lesquelles α est finiment grand sont négligeables, en sorte que le logarithme de cette limite supérieure peut être connu à ε près, quelque petit que soit ε, et se calcule au moyen des expressions G_1 et G_3 exclusivement.

Minimum. — Si l'on exclut les points intérieurs à un cercle $|1 - u| = \frac{h}{p}$, h étant finiment petit dans tout le reste du plan des x, les fonctions G_1, G_2, G_3 donnent des valeurs approchées, à un facteur fini près, tendant vers 1 pour α infiniment grand, du maximum de $-U(u, \theta)$ pour u fixe.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux dérivées partielles des membranes vibrantes.* Note de M. **Sanielevici**, présentée par M. E. Picard.

M. Picard a montré (*Annales de l'École Normale*, 1907) comment l'on pouvait ramener à une équation de Fredholm l'intégration de l'équation

$$(1) \qquad \Delta v + \lambda A(x, y) v = 0,$$

les dérivées normales intérieures sur le contour C devant vérifier l'une des relations

$$(2) \qquad \frac{dv}{dn} - kv = \varphi(s) \qquad \text{ou} \qquad \frac{dv}{dn} = \varphi(s)$$

[$\varphi(s)$ est une fonction donnée sur C et k une constante positive] ([1]).

Voici une autre méthode qui met en évidence, dans le second de ces problèmes, les diverses circonstances qui peuvent se présenter autour de la valeur singulière $\lambda = 0$.

Soit $\Gamma(x, y; \xi, \eta; k)$ la *fonction de Green* généralisée qui vérifie sur le contour la condition $\frac{d\Gamma}{dn} - k\Gamma = 0$. L'intégration de (1) moyennant la première des conditions (2) se ramène à l'équation intégrale

$$v(x, y) - \frac{\lambda}{2\pi} \int\int \Gamma(x, y; \xi, \eta; k) A(\xi, \eta) v(\xi, \eta) \, d\xi \, d\eta = u(x, y; k),$$

$u(x, y; k)$ étant la fonction *harmonique* satisfaisant sur C à la condition $\frac{du}{dn} - ku = \varphi(s)$. La valeur $\lambda = 0$ n'est pas singulière et $v(x, y)$ est holomorphe autour de ce point. On établira l'existence des *constantes caractéristiques*, quel que soit d'ailleurs le signe de $A(x, y)$, par le procédé que j'ai indiqué dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, 15 juin 1908).

Passons maintenant au second problème. Les fonctions $\Gamma(x, y; \xi, \eta; k)$ et $u(x, y; k)$, méromorphes en k, admettent le pôle *simple* $k = 0$. Dès lors, on est conduit à poser, en désignant par L la longueur de C,

$$\Gamma(x, y; \xi, \eta; k) = \frac{2\pi}{kL} + \Gamma'(x, y; \xi, \eta; k),$$

$$u(x, y; k) = -\frac{1}{kL} \int_C \varphi(s) \, ds + u'(x, y; k),$$

les fonctions Γ' et u' étant holomorphes pour $k = 0$.

([1]) Voir aussi la Thèse de M. Bryon Heywood.

Ces fonctions permettent d'écrire l'intégrale de l'équation

$$(3) \qquad \Delta v + f(x,y) = 0 \qquad \left[\frac{dv}{dn} - kv = \varphi(s) \text{ sur C}\right]$$

sous la forme

$$v = \frac{1}{2\pi}\iint \Gamma'(x,y;\xi,\eta;k) f(\xi,\eta)\, d\xi\, dn + u'(x,y;k),$$

en supposant toutefois remplie la condition

$$(4) \qquad \iint f(x,y)\, dx\, dy = \int_C \varphi(s)\, ds.$$

Si maintenant on fait $k = 0$, on voit que l'intégrale de (3), moyennant la condition $\frac{dv}{dn} = \varphi(s)$ sur C et en supposant toujours remplie la relation (4), est donnée par

$$v = \frac{1}{2\pi}\iint \Gamma'(x,y;\xi,\eta;0) f(\xi,\eta)\, d\xi\, d\eta + u'(x,y;0) = \mathrm{E},$$

E étant une constante arbitraire.

L'intégration de (1), avec la seconde des conditions (2), est ainsi ramenée à l'équation intégrale

$$(5) \quad v(x,y) - \frac{\lambda}{2\pi}\iint \Gamma'(x,y;\xi,\eta;0)\, \mathrm{A}(\xi,\eta)\, v(\xi,\eta)\, d\xi\, d\eta = u'(x,y;0) + \mathrm{E},$$

E étant une constante qu'on choisira de manière à satisfaire à la relation

$$(6) \qquad \lambda \iint \mathrm{A}(x,y)\, v(x,y)\, dx\, dy = \int_C \varphi(s)\, ds.$$

Supposons d'abord qu'on ait

$$\alpha = \iint \mathrm{A}(x,y)\, dx\, dy \neq 0.$$

On parviendra alors finalement à l'équation intégrale

$$(7) \quad v(x,y) - \frac{\lambda}{2\pi}\iint \Gamma''(x,y;\xi,\eta)\, \mathrm{A}(\xi,\eta)\, v(\xi,\eta) = \frac{\int \varphi(s)\, ds}{\lambda\alpha} + u''(x,y),$$

en posant

$$\Gamma'' = \Gamma'(x,y;\xi,\eta;0) - \frac{1}{\alpha}\iint \mathrm{A}(x,y)\, \Gamma'(x,y;\xi,\eta;0)\, dx\, dy,$$

$$u''(x,y) = u'(x,y;0) - \frac{1}{\alpha}\iint \mathrm{A}(x,y)\, u'(x,y;0)\, dx\, dy.$$

La présence de $\frac{1}{\lambda}$ au second membre de (7) montre que $\lambda = 0$ est un pôle *simple* de $\varphi(x, y)$; on doit donc écrire

$$(8)\qquad \varphi(x, y) = \frac{\int \varphi(s)\, ds}{\lambda\alpha} + \varphi_0(x, y) + \lambda\varphi_1(x, y) + \ldots + \lambda^n \varphi_n(x, y) + \ldots.$$

Si au contraire $\alpha = 0$, en remplaçant $\varphi(x, y)$ dans (6) par son expression tirée de (5), on mettra la condition (6) sous une autre forme; et en supposant maintenant

$$\int\int \mathrm{A}(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta \int\int \Gamma'(x, y; \xi, \eta; 0)\, \mathrm{A}(x, y)\, dx\, dy \neq 0,$$

on arrivera à une équation de Fredholm avec $\frac{1}{\lambda^2}$ au second membre; $\lambda = 0$ est donc cette fois un pôle *double* de $\varphi(x, y)$; et ainsi de suite. Dans tous les cas le mécanisme de Schwarz permettra d'établir l'existence de la suite infinie de *constantes caractéristiques*.

Il est clair que tout ce qui précède se généralise pour trois variables.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'existence des raies d'étincelle* (enhanced lines) *dans des flammes de diverses températures et sur les modifications qu'elles y éprouvent*. Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Deslandres.

On sait qu'il existe des différences entre le spectre d'arc et le spectre d'étincelle d'un même élément : en particulier, certaines raies visibles dans l'arc acquièrent une plus grande intensité relative dans l'étincelle dont le spectre peut même contenir des raies, parfois très fortes, qui, au premier abord, paraissent ne pas exister dans le spectre d'arc.

Jusqu'à une époque récente, la modification et la production de ces raies, regardées comme caractéristiques de l'étincelle, étaient attribuées à sa température élevée : on remarque, en effet, que leur intensité relative augmente avec la capacité du circuit de décharge. L'origine thermique assignée à ces raies, également appelées *enhanced* ou *renforcées*, leur avait fait prendre une grande importance dans la classification des étoiles dont elles semblaient fournir un criterium de la température. Déjà les recherches de MM. Hartmann et Eberhardt avaient montré que, dans certaines condi-

tions, quelques-unes des raies observées jusqu'alors uniquement dans l'étincelle pouvaient se présenter dans l'arc. La question des raies d'étincelle a de nouveau été traitée récemment par MM. Fabry et Buisson ([1]) et par M. Duffield ([2]). Il résulte de ces travaux que les raies d'étincelle existent également toujours dans l'arc, mais qu'elles y sont localisées au voisinage des électrodes, ce qui leur fait donner par M. Duffield le nom de *raies polaires*.

La considération des raies que nous avons trouvées, dans le cas du fer, au cours des recherches que nous poursuivons en commun, nous semble pouvoir apporter une contribution à cette question. En effet, en examinant nos listes, il nous a été permis de vérifier que certaines des raies dites caractéristiques de l'étincelle se trouvent dans le cône intérieur de la flamme et ne font partie exclusivement que de ce que nous avons appelé le *spectre supplémentaire* ([3]). Grâce à notre étude des flammes du gaz d'éclairage et de l'air, du gaz d'éclairage et de l'oxygène, et de l'hydrogène et de l'oxygène, on peut voir comment se comportent ces raies dans des sources qui représentent trois échelons de température ascendante.

Le Tableau suivant est extrait de notre liste générale des raies du fer. Il contient des raies qui ont une intensité relative plus forte dans l'étincelle que dans l'arc, d'après les données de MM. Exner et Haschek, auxquelles nous avons recours parce qu'elles sont bien comparables entre elles, ayant été obtenues par les mêmes expérimentateurs, à l'aide des mêmes appareils. Ce Tableau renferme également les raies polaires dont l'énumération vient d'être publiée par M. Duffield. Nous avons enfin comparé notre liste à celle des *enhanced lines* que M. Lockyer ([4]) donne pour le fer (on doit remarquer que, dans la partie visible du spectre, un grand nombre de ces raies peuvent nous avoir échappé, à cause de l'émission par nos flammes d'un fort spectre continu et des bandes du carbone). La première colonne renferme les longueurs d'onde des raies d'après MM. Kayser et Runge ; les trois suivantes donnent les intensités relatives observées dans les flammes étudiées, ces intensités étant évaluées d'après le système de Rowland auquel nous avons déjà fait allusion ([5]). Il est important de remarquer qu'il a été procédé à ces évaluations avant l'examen du point particulier dont il est question dans cette Note, et, par suite, en dehors de toute idée préconçue. Les cinquième et sixième colonnes renferment les intensités relatives des raies dans l'étincelle et dans l'arc. Enfin, la dernière colonne indique le caractère de la raie.

([1]) FABRY et BUISSON, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 751.
([2]) W.-G. DUFFIELD, *Astrophysical Journal*, t. XXVII, 1908, p. 260.
([3]) G.-A. HEMSALECH et C. DE WATTEVILLE, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 859.
([4]) Publié par le *Solar Physics Committee*, London, 1906.
([5]) HEMSALECH et DE WATTEVILLE, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 962.

Longueurs d'onde.	Intensités relatives. Flammes. Air-gaz d'éclairage.	Oxygène-gaz d'éclairage.	Oxygène-Hydrogène.	Étincelle.	Arc.	Remarques.
2373,79	3	—	—	4	2	»
2382,15	2 ½	—	—	10	3	Polar S.
2390,03	3	—	—	?	1	Polar S.
2430,16	0	—	—	3	»	Polar.
2445,68	0	—	—	2	1	Polar.
2447,81	2	—	—	2	1	»
2458,78	0	—	—	3	1	Polar.
2466,81	0	—	—	2	2	Polar S.
2474,88	7	0	—	2	2	Polar S.
2490,01	5	2	½	3	3?	Polar.
2490,98	4	3	2	2	5?	Polar A.
2491,50	4	3	2	2	2	Polar A.
2517,25	0	—	—	3	1	»
2521,09	0	—	—	3	1	»
2521,97	½	—	—	3	1	»
2526,30	00	—	—	3	1	Polar.
2533,86	0	—	—	5	2	Polar S.
2534,52	1	—	—	4	1	Polar.
2535,67	4	1	0	3	3	Polar S.
2536,90	0	—	—	3	2	Polar.
2538,98	0	—	—	3	1	Polar S.
2542,20	6	00	—	1	2	Polar S.
2544,83	3	—	—	?	2	Polar S.
2546,26	6	2 ½	1	1	2	Polar S.
2549,63	6	2	1	?	3	Polar.

Longueurs d'onde.	Intensités relatives. Flammes. Air-gaz d'éclairage.	Oxygène-gaz d'éclairage.	Oxygène-Hydrogène.	Étincelle.	Arc.	Remarques.
2562,63	½	—	000	5	3	Polar S.
2563,53	0	—	000	4	3	Polar S.
2576,76	6	0	—	?	2	Polar S.
2582,50	2	—	—	?	2	Polar S.
2588,11	2 ½	—	—	3?	2	Polar S.
2599,53	6	0	—	20	3	Polar.
2605,77	1	—	—	1	?	Polar S.

Longueurs d'onde.	Intensités relatives. Flammes. Air-gaz d'éclairage.	Oxygène-gaz d'éclairage.	Oxygène-Hydrogène.	Étincelle.	Arc.	Remarques.
2606,92	8	2	—	?	2	Polar S.
2611,94	0	—	—	10	4	Polar.
2613,91	00	—	—	8	3	Polar.
2728,90	1	—	—	2	1	»
2747,03	2	—	—	8	3	Polar.
2767,56	6	½	?	5	3	Polar.
3227,88	3	½	—	5	4	»
3323,84	½	—	—	1	2	Polar S.
3863,87	00	0 (¹)	—	1	1	*Enhanced*
3871,86	1	—	—	1	1	*lines* de
3935,92	3	—	—	1	2	Lockyer.

On peut remarquer, en examinant ce Tableau, que c'est dans la flamme la moins chaude (gaz d'éclairage-air) que les raies dites d'étincelle ou de haute température sont le plus marquées, et qu'elles s'affaiblissent ou disparaissent dans les flammes plus chaudes. Les raies que M. Duffield appelle *polar* A (raies qui, tout en étant localisées au voisinage des électrodes, ont le caractère de raies d'arc) diminuent moins rapidement d'intensité que les raies *polar* S (*spark*, étincelle).

De ce qui précède il résulte que l'action de la température ne peut être considérée comme le facteur primordial de la production de ces raies. Sans vouloir présenter, pour le moment, une explication définitive du phénomène, nous pouvons dire qu'il nous semble que sa cause doit tenir à des actions chimiques ou électriques; on sait, en effet, que le cône intérieur de la flamme est électrisé négativement, tandis que l'enveloppe externe l'est positivement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des chloroiridites alcalins.* Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

Dans une Note publiée tout récemment dans ce Recueil (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 15 juin 1908, p. 1267), M. Marcel Delépine annonce que les chloroiridites *alcalins* « s'obtiennent avec une rapidité et une facilité re-

(¹) Très courte; n'existe qu'à la base du cône intérieur.

marquables par réduction, au moyen de l'oxalate neutre correspondant, des chloroiridates, mis en suspension ou dissous dans l'eau, et chauffés au bain-marie ».

Je crois devoir faire remarquer que ce mode de préparation des chlorosels alcalins inférieurs des métaux du platine (chloroplatinites, chloroiridites, etc.), en partant de leurs chlorosels alcalins supérieurs (chloroplatinates, chloroiridates, etc.), n'est pas aussi nouveau que M. Delépine semble le penser. Il y a dix ans qu'il a été signalé dans le cas du chloroplatinite de potassium (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, 1898, p. 879), et sept ans qu'il a été étendu au cas du chloroiridite (*Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, année 1900-1901, 18 juillet 1901, p. 112).

CHIMIE. — *Poids moléculaires des acides phosphoriques déterminés par la cryoscopie*. Note de M. **H. Giran**, présentée par M. G. Lemoine.

J'ai déterminé les poids moléculaires des trois acides phosphoriques par leur cryoscopie au moyen de l'acide acétique.

Acide métaphosphorique. — En solution acétique, le poids moléculaire de l'acide méta diminue avec le temps et tend vers une limite qui est d'autant plus faible que la dissolution est plus étendue.

a. Avec 1g,022 d'acide méta pour 100g d'acide acétique (1) :

	Temps :				
	1h.	5h.	29h.	55h.	79h.
Poids moléculaire......	343,5	275	185	170	166

b. Avec 0g,804 d'acide méta pour 100g d'acide acétique :

	Temps :				
	1h.	5h30m.	32h.	57h.	82h.
Poids moléculaire......	330	241	156,5	142,5	139

Les courbes qui représentent ces résultats, prolongées jusqu'au temps $t = 0$, aboutissent nettement à un poids moléculaire égal à 400, c'est-à-dire

(1) La dissolution de l'acide métaphosphorique dans l'acide acétique est très lente; on l'active par l'agitation. Les temps sont comptés à partir du temps moyen entre le commencement et la fin de la dissolution.

cinq fois $PO^3H = 80$. La formule de l'acide métaphosphorique est donc $(PO^3H)^5$.

Acide pyrophosphorique. — On trouve, encore ici, un poids moléculaire qui diminue quand le temps augmente et qui tend vers une limite d'autant plus faible que la dilution est plus grande.

Quand on emploie l'acide pyro liquide, la dissolution est instantanée; on peut donc faire des mesures cryoscopiques peu de temps après, ce qui précise mieux l'allure de la courbe au voisinage du temps zéro et, en outre, ce temps zéro est plus nettement défini.

a. 13g,558 d'acide pyro *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :						
	1h.	2h30m.	19h.	41h.	67h.	91h.	118h.
Poids moléculaire...	468	448	367	332,5	320,5	313	310

b. 10g,386 d'acide pyro *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :						
	0h30m.	3h.	18h.	42h.	68h.	92h.	116h.
Poids moléculaire...	475	405	315	285	271	267	264

c. 3g,6326 d'acide pyro *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :					
	1h.	6h.	28h.	53h.	78h.	102h.
Poids moléculaire......	325	241	197	191	186	184

En représentant ces résultats par des courbes, on constate qu'elles indiquent toutes, au temps zéro, un poids moléculaire égal à 534, soit trois fois $P^2O^7H^4 = 178$. L'acide pyro liquide possède donc une molécule triple $(P^2O^7H^4)^3$.

Même résultat avec l'acide pyro solide; dans ce cas l'expérience est plus difficile parce que l'acide solide se dissout très lentement dans l'acide acétique. Il faut agiter énergiquement, pendant assez longtemps, un poids connu d'acide pyro en morceaux en présence de l'acide acétique, pour obtenir une dissolution complète.

Avec 5g,725 d'acide pyro *solide* pour 100g d'acide acétique :

	Temps :					
	4h.	9h.	26h.	54h.	80h.	105h.
Poids moléculaire...	336	297,1	257,6	240,6	232,5	228

La courbe correspondante tend vers la même ordonnée à l'origine que celles qui ont été obtenues avec l'acide liquide.

L'acide pyro possède donc la même condensation moléculaire à l'état solide et à l'état liquide. Le poids moléculaire limite dû à la dilution est également du même ordre que celui que donnerait une solution acétique de même concentration préparée avec de l'acide pyro liquide.

Acide orthophosphorique. — J'ai obtenu les résultats suivants :

a. Avec 7g,906 d'acide ortho *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :		
	0h30m.	17h.	47h.
Poids moléculaire.......	128,5	128,0	127,1

b. Avec 7g,4676 d'acide ortho *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :	
	0h30m.	24h.
Poids moléculaire...........	127,2	126,3

c. Avec 3g,8805 d'acide ortho *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :	
	0h30m.	20h.
Poids moléculaire...........	124,5	122,5

d. Avec 1g,8798 d'acide ortho *liquide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :	
	0h30m.	8h.
Poids moléculaire...........	115,4	111,9

e. Avec 3g,779 d'acide ortho *solide* dans 100g d'acide acétique :

	Temps :	
	0h30m.	18h.
Poids moléculaire...........	122,3	120,3

On voit que, dans le cas de l'acide orthophosphorique, le poids moléculaire varie peu avec le temps. Les résultats obtenus sont tous compris entre le poids moléculaire normal $PO^4H^3 = 98$ et le poids moléculaire doublé $(PO^4H^3)^2 = 196$. On peut les interpréter en admettant que, dans ces expériences, la limite est très rapidement atteinte. Il en résulte néanmoins :

1° Que la condensation moléculaire de l'acide ortho est la même à l'état liquide et à l'état solide;

2° Que cette condensation est certainement supérieure à l'unité.

D'autre part, il est logique de penser que la diminution de condensation moléculaire qu'on observe en passant de l'acide méta à l'acide pyro doit continuer à se produire lorsqu'on passe de l'acide pyro à l'acide ortho; ce dernier doit donc avoir une condensation inférieure à 3, par conséquent égale à 2.

L'acide orthophosphorique solide ou liquide devra donc être représenté par la formule $(PO^4H^3)^2$.

CHIMIE. — *Sur les oxydes magnétiques du chrome.* Note de M. **Ivan Shukoff**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Certains des métaux, magnétiques ou non magnétiques, de la famille du fer, ont la propriété de donner quelques oxydes magnétiques. Le chrome est précisément dans ce cas. Par l'action ménagée de la chaleur sur CrO^3 ou sur CrO^2Cl^2, on obtient des oxydes intermédiaires qui, suivant les conditions de leur préparation, peuvent être ou n'être pas magnétiques. On s'est proposé ici de définir les conditions de production des oxydes magnétiques.

CrO^3, chauffé jusqu'à 330°, se décompose brusquement, en perdant de l'oxygène, avec un grand dégagement de chaleur, et la température s'élève plus ou moins au-dessus de la température initiale suivant la rapidité de l'échauffement. Il se forme une masse noire qui, par l'action plus prolongée de la chaleur, perd encore de l'oxygène et se transforme finalement en Cr^2O^3. L'analyse de ces produits montre une composition assez variable d'une expérience à l'autre, la proportion d'oxygène qu'ils perdent encore à la calcination pouvant varier de 13,2 à 18,2 pour 100. Enfin, ces oxydes peuvent, à composition semblable, être ou n'être pas magnétiques suivant les cas. L'étude des conditions de leur formation montre que, pour l'obtention d'oxydes magnétiques, il faut que la température de la masse s'élève pendant la réaction au moins à 500°-510°. Les oxydes produits au-dessous de cette température ne présentent que des propriétés magnétiques extrêmement faibles.

Il résulte donc de ces premières observations qualitatives que la décomposition de l'acide chromique donne habituellement un mélange de différents oxydes, dont l'un au moins peut se présenter sous deux états différents : une variété fortement magnétique et une autre très faiblement magnétique. Pour déterminer la composition précise de l'oxyde magnétique, on a fait des mesures du magnétisme spécifique de différents oxydes magnétiques de composition variable et cherché pour quelle composition

les propriétés magnétiques étaient le plus développées. Les mesures ont été faites avec l'appareil de MM. Curie et Chéneveau. Le Tableau ci-dessous résume quelques-unes des mesures faites. La première colonne donne la perte à la calcination, c'est-à-dire la composition de l'oxyde, la seconde, la température à laquelle la réaction s'est maintenue, et enfin la troisième, le magnétisme spécifique.

O pour 100.	T.	$K.10^{-6}$.
16,7	510°-515°	1800
14,1	505-510	6800
13,8	515-520	6450
13,2	500-510	6600

Dans toutes les expériences le maximum des propriétés magnétiques correspond à des pertes à la calcination comprises entre 13,3 pour 100 et 14,1 pour 100.

Or, la perte de 13,6 pour 100 est celle de l'oxyde représenté par la formule

$$2CrO^3,\quad Cr^2O^3.$$

Le point de transformation magnétique de cet oxyde se trouve à la température de 120°-130°.

Un oxyde de la même composition, donnant une perte à la calcination de 13,7 pour 100, mais préparé à une température ne s'étant pas élevée au-dessus de 485°, n'a au contraire présenté qu'un magnétisme spécifique de 97, c'est-à-dire 70 fois moindre que celui de la variété magnétique.

L'oxyde obtenu par la décomposition de CrO^2Cl^2 serait environ trois fois plus magnétique que le composé précédent. Il se présente avec une apparence cristalline et ne perd à la calcination que 3,5 à 4 pour 100 d'oxygène. Nous nous proposons d'en continuer l'étude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les tellurures d'arsenic et de bismuth. Constante cryoscopique du tellure.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. D. Gernez.

Le tellure fondu dissout facilement l'arsenic. Le liquide obtenu, d'abord gris blanc pour une faible teneur en arsenic, prend une teinte de plus en plus foncée et finalement noire quand la proportion d'arsenic augmente dans le mélange.

La température de solidification de ce liquide décroît très rapidement et très régulièrement depuis 452°, point de fusion du tellure, jusqu'à 329°, température de solidification du mélange formé de 3^{at} de tellure pour 1^{at} d'arsenic.

Si l'on fait croître encore la proportion d'arsenic, la température de solidification croît, passe par une valeur maxima 362° pour le composé As^2Te^3, puis baisse faiblement, prend la valeur 355° pour le mélange $9As + 11Te$; elle croît de nouveau et conserve finalement la valeur 358° pour tous les mélanges qui renferment plus de 1^{at} d'arsenic pour 1^{at} de tellure. Malgré la faible baisse de température après le maximum, celui-ci est nettement accusé.

Le composé As^2Te^3 est cristallisé en longues aiguilles, les cristaux sont d'un blanc d'argent légèrement jaunâtre. Les mélanges qui renferment plus de 1^{at} d'arsenic pour 1^{at} de tellure perdent facilement de l'arsenic quand on les chauffe. Refroidis brusquement après fusion, ils donnent un solide noir vitreux totalement différent comme aspect du solide gris blanc qu'on obtient par refroidissement lent des mêmes liquides.

Enfin, quand il y a dans le mélange plus de 2^{at} d'arsenic pour 1^{at} de tellure, on peut, en le portant à une température suffisamment élevée, obtenir un liquide, mais à condition d'opérer en tube scellé. En laissant refroidir le tube, on constate que le liquide entre en ébullition et que de l'arsenic cristallisé se dépose sur les parois du tube. Si l'on extrait le solide obtenu au fond du tube et qu'on le chauffe dans un gaz inerte, il perd de l'arsenic avant de fondre; de l'arsenic libre cristallise également dans le liquide obtenu, qui se solidifie toujours à 358°.

La courbe de fusibilité des mélanges de bismuth et de tellure peut être entièrement déterminée. Elle part du point de fusion du tellure (452°), se compose d'une partie presque rectiligne qui aboutit à un point d'ordonnée 410° correspondant au mélange eutectique qui renferme environ 15 pour 100 de bismuth. A partir de ce point et pour des mélanges plus riches en bismuth, la température de solidification croît, passe par un maximum 583° pour le composé Bi^2Te^3, puis baisse régulièrement jusqu'à 263°. Cette température est celle de la solidification d'un eutectique qui renferme environ 1 pour 100 de tellure. La température de solidification croît ensuite jusqu'à 270°, point de fusion du bismuth.

Il résulte de ce qui précède que, si l'on ajoute au tellure une faible proportion d'arsenic ou de bismuth, il y a formation des composés As^2Te^3 et Bi^2Te^3 qui se dissolvent dans l'excès de tellure; l'étude de la solidification de ces solutions conduit à la détermination de la constante cryoscopique du tellure.

Si nous désignons par P le poids de tellure dissous dans 100g de tellure, par C l'abaissement du point de solidification, on a les résultats suivants :

Tellurure d'arsenic $As^2Te^3 = 533$:

P.........	39,6	21,6	11
C.........	64°	27°	12°
$\frac{C}{P}$.........	1,61	1,25	1,09

L'abaissement à l'origine a pour valeur $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 0,97$ et la constante cryoscopique

$$K = \left(\frac{C}{P}\right)_0 M = 0,97 \times 533 = 517.$$

Tellurure de bismuth $Bi^2Te^3 = 800$:

P..........	16,6	10,6	6,3
C..........	35°	15°	7°
$\frac{C}{P}$..........	2,1	1,41	1,1

Ce qui donne $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 0,66$,

$$K = \left(\frac{C}{P}\right)_0 M = 0,66 \times 800 = 528.$$

D'autres tellurures que j'ai étudiés et qui sont solubles dans le tellure ont donné :

Tellurure d'étain : $SnTe = 246,5$..............	$K = 510$
Tellurure d'argent : $Ag^2Te = 343,5$............	$K = 535$
Tellurure de plomb : $PbTe = 334,5$...........	$K = 515$
Tellurure d'antimoine : $Sb^2Te^3 = 623$..........	$K = 517$

Les valeurs extrêmes sont 510 et 535; on peut prendre pour constante cryoscopique 520. Ce nombre diffère peu des autres nombres trouvés.

Robertson [1] a démontré que si l'on désigne par L la chaleur de fusion d'un élément de poids atomique supérieur à 40, par ϖ son poids atomique, T sa température absolue de fusion, v son volume atomique, on a la relation

$$\frac{\varpi L}{T\sqrt[3]{v}} = \text{const.}$$

(1) ROBERTSON, *Journal of the chemical Society*, t. LXXXI, 1902, p. 1233.

En appliquant cette formule au tellure on trouve pour valeur de L un nombre compris entre 20^{Cal} et 21^{Cal}.

D'autre part, on sait que la constante cryoscopique K est donnée par la formule

$$K = \frac{0,02\,T^2}{L}.$$

En donnant à L les valeurs extrêmes 20 et 21, on trouve pour K les nombres 500 et 515. Il est intéressant de constater que ces nombres diffèrent peu du nombre 520 que donne l'expérience.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de synthèse des cycles azotés.* Note de M. **L.-J. Simon.**

Instruit par l'étude des condensations de l'éther oxalacétique avec les amines aromatiques ([1]), j'ai répété avec la collaboration de M. Boulin l'action de l'acide pyruvique sur la paratoluidine en vue de recueillir sur le mécanisme de cette réaction et sur la genèse des composés qui s'y produisent un complément qui manquait à ma première étude.

L'opération a été faite à froid en solution chloroformique en employant les constituants tout à fait purs en proportion équimoléculaire. Le produit obtenu a été soigneusement lavé au chloroforme. Chaque essai portant sur 88^g d'acide fournit 135^g de produit et nécessite 2^{kg} de chloroforme.

Le produit principal de la réaction présente au plus haut degré le caractère d'une substance de transition. Elle s'altère plus ou moins vite sous l'action des solvants et sous l'action de la chaleur. Elle s'altère même sous la seule action du temps; cette altération peut se traduire par un changement de teinte ou passer inaperçue. Cette substance ne peut donc être purifiée et est très difficile à obtenir en tout état de pureté; il est, par suite, délicat d'en indiquer une analyse définitive. Néanmoins après examen d'échantillons préparés avec un soin spécial, et enhardi par des suggestions théoriques, j'ai modifié mon opinion primitive sur la constitution de ce corps.

([1]) L.-J. Simon et A. Conduché, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XII, 1907, p. 5. — L.-J. Simon et Ch. Mauguin, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIII, 1908, p. 361.

Ce ne serait pas comme je l'avais admis (¹) un acide toluilpyruvique $CH^3 - C - CO^2H$ mais un produit de plus grande complexité moléculaire

$$\begin{array}{l} CH^3 - C - CO^2H \\ \quad\;\; \| \\ \quad\;\; N - C^7H^7 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \quad\;\; CO^2H \\ \quad\;\; | \\ CH^3 - C - CH^2 - C(OH) - CO^2H \\ \quad\;\; | \qquad\qquad\quad\; | \\ \quad\;\; NH - C^7H^7 \;\; NH - C^7H^7 \end{array}$$

résultant, comme on le voit, de la condensation de deux molécules plus simples

$$\begin{array}{l} CH^3 - C(OH) - CO^2H. \\ \qquad\quad\;\; | \\ \qquad\quad\;\; NH - C^7H^7 \end{array}$$

Action de l'eau. — L'eau froide altère peu à peu cette substance; l'eau bouillante lui fait subir rapidement la même transformation qu'on peut représenter par l'ensemble des deux formules

$$C^{20}H^{24}N^2O^5 = C^{12}H^{11}NO^2 + CO^2 + H^2O + H^2 + C^7H^7NH^2,$$
$$C^{20}H^{24}N^2O^5 = C^{19}H^{22}N^2O^2 + CO^2 + H^2O.$$

L'action réitérée de l'eau bouillante enlève de la paratoluidine et un acide quinoléique (réaction I); il reste ensuite un solide brun noir qui, soumis à l'action du chloroforme, lui cède des matières résineuses et laisse un produit neutre (réaction II). La première réaction est prépondérante; ainsi 100g du produit initial donnent 40g à 45g de la substance acide et 6g à 7g de l'autre.

Nous allons maintenant examiner la nature et la genèse de ces deux produits.

Le premier est un acide faible déplaçant le gaz carbonique de ses sels, mais ne rougissant pas l'hélianthine. C'est un acide 2.6-diméthylquinoléine-carbonique : en effet, soumis à l'action de la chaleur, il se décompose à 265° en donnant la 2.6-diméthylquinoléine.

Cette base s'obtient plus avantageusement et plus pure en chauffant l'acide avec un excès de chaux sodée et redistillant l'huile ainsi obtenue. Cette base distille à 165° sous pression réduite et fond à 55°. Elle a été identifiée avec la 2.6-diméthylquinoléine au moyen de l'irazol fondant à 137° qu'elle forme avec l'aldéhyde benzylique. Chauffée avec l'anhydride phtalique et le chlorure de zinc, elle donne une substance jaune d'or semblable à la quinophtalone ou jaune de quinoléine et fondant comme celle-ci aux environs de 235°.

Cette production de diméthylquinoléine (III) nous renseigne sur la con-

(¹) L.-J. Simon, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IX, 1896, p. 433. L'adoption de cette manière de voir entraînerait la disparition dans la série grasse des acides anilés et ne laisserait subsister que ceux de la série aromatique que j'ai isolés (*loc. cit.*).

stitution et la genèse de l'acide qui l'a fournie (II) :

CO^2H
$C^7H^7NH - C(OH)$
CH^2
$C^7H^7 \; C \; CH^3$
CO^2H
NH

CO^2H
C^7H^6 (II) CH^3
N

CH^3 (III) CH^3
N

L'acide 2-6-diméthylquinoléinecarbonique est très peu soluble dans l'alcool froid; mais en présence de gaz chlorhydrique il s'y dissout et fournit l'éther correspondant fondant à 74°.

Le second produit obtenu accessoirement dans l'action de l'eau sur le produit de condensation de l'acide pyruvique et de la paratoluidine se comporte tout autrement : l'action du gaz chlorhydrique en solution alcoolique arrache une molécule de paratoluidine et laisse une substance plus fusible (110°) et plus soluble qui peut être considérée comme une méthyltolylcétopyrrolidone (III); cette réaction jointe à ses autres propriétés nous conduit à représenter de la manière suivante la constitution et la genèse du second produit (II) :

$C^7H^7 - NH - C(OH) - CH^2$
$CO(OH) \quad C \; CH^3$
CO^2H
NHC^7H^7

$C^7H^7 - NH - C(OH) - CH^2$
(II)
$CO \quad CH - CH^3$
NC^7H^7

$CO - CH^2$
(III)
$CO \quad CH - CH^3$
NC^7H^7

Cette transformation du produit initial en un mélange de substances azotées cycliques se produit suivant le même mode essentiel en présence d'alcool ou même, bien que plus lentement, en présence d'éther ou de chloroforme. De l'étude qui précède, outre ses résultats pratiques (1), il résulte, sur la genèse des composés cycliques azotés rencontrés dans la réaction envisagée, une vue plus précise d'accord avec la conception d'ensemble que j'ai antérieurement dégagée (2) des synthèses effectuées dans la série quinoléique.

---

(1) 1kg d'acide pyruvique permet d'obtenir environ 650g d'acide diméthylquinoléique ou 325g de diméthylquinoléine.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 138.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le procédé de Messinger et Vortmann pour le dosage de quelques phénols. Séparation de l'acide salicylique.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Ayant eu besoin de doser l'acide salicylique et de le séparer de divers acides aromatiques (ac. benzoïque, ac. cinnamique, etc.), j'ai songé à utiliser le procédé décrit par Messinger et Vortmann pour le dosage de plusieurs composés phénoliques (phénol, thymol, acide salicylique, etc.) ([1]).

Le dosage se fait assez bien et donne des résultats utilisables, quoique en général un peu forts.

Mais l'étude des produits de la réaction, qui m'intéressaient au point de vue de la séparation des acides accompagnant l'acide salicylique, m'a fourni des résultats différents de ceux signalés par Messinger et Vortmann, tant pour l'acide salicylique que pour le phénol, qu'accessoirement j'ai été conduit à étudier aussi.

I. Les auteurs cités avaient obtenu, par l'action de l'iode et de la potasse, avec le phénol, un composé rouge violacé auquel ils avaient attribué la formule $C^6H^3I^2OI$ (diiodophénol-iode), comportant l'existence, admise pour la première fois, d'un éther hypoiodeux de la fonction phénol. Avec l'acide salicylique, ils avaient obtenu un produit, également rouge violacé, qu'ils représentaient par la formule $C^6H^3I(OI)CO^2K$, c'est-à-dire qu'ils en faisaient le sel de potassium de l'éther hypoiodeux d'un acide salicylique monoiodé.

Or j'ai constaté que, en réalité, l'action de l'iode en présence des alcalis, sur le phénol aussi bien que sur l'acide salicylique, conduit toujours finalement à un seul et unique composé $(C^6H^2I^2O)^x$ qui n'est autre que le *corps rouge* de Lautemann ([2]) dont Messinger et Vortmann ne paraissent pas avoir eu connaissance. Le soi-disant diiodophénol-iode n'est qu'un mélange du *corps rouge* de Lautemann et de triiodophénol 1.2.4.6 (Pf. 157°); le soi-disant sel de potassium de l'éther hypoiodeux d'un acide salicylique monoiodé n'est qu'un mélange du même *corps rouge* avec le sel de potassium de l'acide 3.5-diiodosalicylique, très peu soluble dans l'eau.

Étant donnée l'extrême insolubilité du *corps rouge* de Lautemann, on peut l'utiliser pour le dosage et la séparation de l'acide salicylique (et aussi du phénol, bien que cela présente moins d'intérêt).

([1]) *Berichte d. d. chem. Gesell.,* t. XXII, 1889, p. 2313, et t. XXIII, 1890, p. 2755.

([2]) *Liebig's Annalen,* t. CXX, 1861, p. 309.

Soit un mélange de 0g,100 d'acide salicylique et 0g,200 d'acide cinnamique, par exemple; on dissout dans 50cm³ d'eau additionnée de 1g de carbonate de sodium sec. On ajoute de l'iode en excès et l'on porte au bain-marie bouillant pendant 20 minutes. Finalement on maintient à l'ébullition à reflux pendant 10 minutes, en ajoutant un peu d'iode de temps en temps, de manière qu'il y en ait toujours un excès. La transformation de l'acide salicylique en *corps rouge* est alors complète. On enlève l'excès d'iode par du sulfite de sodium et l'on reçoit le précipité sur un creuset de Gooch garni d'amiante. Le poids du précipité sec multiplié par $\frac{138}{344}$ donne le poids d'acide salicylique cherché.

Les eaux mères acidulées par HCl et agitées avec l'éther permettent d'en retirer la totalité de l'acide cinnamique, qui n'a nullement été intéressé par la réaction. Les résultats sont très exacts.

L'acide paraoxybenzoïque se comporte comme l'acide salicylique.

II. La constitution du *corps rouge* de Lautemann a été étudiée par Benzinger et Kämmerer (¹), qui l'ont nommé *tétraiododiphénylènequinone*, en lui attribuant la formule

$$\begin{array}{c} C^6H^2I^2O \\ | \\ C^6H^2I^2O. \end{array}$$

Cette constitution me paraît s'accorder avec le processus de la transformation du triiodophénol 1.2.4.6 en *corps rouge* sous l'influence de l'iode. Ce triiodophénol se dissout sans altération dans une solution diluée de carbonate de sodium; mais, dès qu'on ajoute de l'iode, il se forme le précipité rouge en question. Or si l'on titre l'iode après acidulation, on retrouve tout l'iode qu'on a ajouté en vue de cette transformation. Ce fait s'explique en supposant que deux réactions inverses se produisent simultanément : l'une qui consomme de l'iode pour oxyder la fonction phénol et la transformer en quinone, et l'autre qui régénère de l'iode en provoquant la liaison des deux molécules de diiodoquinone, comme l'indique le schéma ci-dessous, qui n'est que le développement de la formule de Benzinger et Kämmerer :

```
  ┌─────────────┐
  O  H          O  H
  |             |
  C             C
CI/ \CI       CI/ \CI
CH\ /CH       CH\ /CH
  C  I          C  I
  └─────────────┘
```

(¹) *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XI, 1878, p. 557.

Au total, il y aurait élimination de HI de chaque molécule de triiodophénol sans entrée en jeu apparente de l'iode, bien que, comme je l'ai indiqué plus haut, la réaction n'ait lieu qu'en présence de ce métalloïde.

Il est naturel de penser que l'aristol du thymol, qui présente tant d'analogie avec le *corps rouge* de Lautemann, doit avoir une constitution analogue; si cela est, l'existence des éthers hypoïodeux (d'ailleurs théoriquement possible) reste encore à démontrer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur trois alcools primaires nouveaux résultant de la condensation du benzylate de sodium avec les alcools propylique, butylique et isoamylique.* Note de M. Marcel Guerbet, présentée par M. A. Haller.

Le benzylate de sodium, chauffé à 220° avec l'alcool éthylique, réagit sur lui, comme je l'ai montré [1], en donnant naissance à l'alcool benzyléthylique, suivant l'équation

$$C^6H^5-CH^2ONa+CH^3-CH^2OH=C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^2OH+NaOH.$$

En réagissant d'une manière analogue sur l'alcool propylique, le benzylate de sodium m'avait donné de même un alcool inconnu jusque-là et répondant à la formule $C^{10}H^{14}O$. Je viens établir aujourd'hui la constitution de cet alcool, qui doit être considéré comme l'alcool méthylbenzyléthylique $C^6H^5-CH^2-CH(CH^3)-CH^2OH$, et généraliser la réaction qui lui a donné naissance, en montrant qu'elle s'effectue de même entre le benzylate de sodium et les alcools butylique et isoamylique.

Cette réaction n'est d'ailleurs que l'application à la série aromatique de la méthode de condensation des alcools avec les alcoolates alcalins, dont j'ai eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois déjà l'Académie [2].

De même que les alcools éthylique et propylique, les alcools butylique et isoamylique réagissent sur le benzylate de sodium, suivant les équations

$$C^6H^5-CH^2ONa+C^4H^9OH=C^6H^5-CH^2-C^4H^8OH+NaOH,$$
$$C^6H^5-CH^2ONa+C^5H^{11}OH=C^6H^5-CH^2-C^5H^{10}OH+NaOH.$$

Dans le premier cas, on obtient l'alcool éthylbenzyléthylique

$$C^6H^5-CH^2-CH(C^2H^5)-CH^2OH;$$

(1) M. Guerbet, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 298.

(2) M. Guerbet, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, CXXXII, CXXXVII.

dans le second cas, il se forme un alcool benzylamylique qui, très probablement, répond à la constitution de l'alcool isopropylbenzyléthylique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH(C^3H^7) - CH^2OH.$$

Je ne décrirai pas le mode de préparation de ces alcools, qui est identique à celui décrit antérieurement pour les alcools benzyléthylique et méthylbenzyléthylique.

L'*alcool méthylbenzyléthylique* $C^6H^5 - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2OH$ est un liquide incolore, huileux, bouillant sans décomposition à 244°-246° (corr.). Son odeur rappelle un peu celle du lilas; sa densité est $D_0^{20} = 0{,}9841$, et sa formule $C^{10}H^{14}O$.

Sa phényluréthane cristallise dans l'alcool en aiguilles incolores, fusibles à 62°-63°.

Son éther acétique est un liquide incolore, bouillant à 260°-262° (corr.).

Pour établir la constitution de cet alcool, je l'ai transformé en acide correspondant $C^{10}H^{12}O^2$, dont les propriétés, rapprochées de celles de l'acide méthylbenzylacétique $C^6H^5 - CH^2 - CH(CH^3) - CO^2H$ déjà connu (¹), montrent qu'il lui est identique. Il bout, en effet, comme lui, à 270° et cristallise dans l'eau en petits cristaux aplatis, fusibles à 37°; de plus, son amide fond à 108°-109° comme l'amide méthylbenzylacétique (²).

Dans la condensation du benzylate de sodium avec l'alcool propylique, le radical benzyle s'est donc fixé à la molécule de cet alcool par l'atome de carbone voisin du groupement fonctionnel.

L'*alcool éthylbenzyléthylique* $C^6H^5 - CH^2 - CH(C^2H^5) - CH^2OH$ résulte de l'action du benzylate de sodium sur l'alcool butylique normal. C'est un liquide incolore, huileux, possédant une odeur analogue à celle du précédent. Sa densité est $D_0^{20} = 0{,}9780$. Il bout sans décomposition à 258°-261° (corr.) et répond à la formule $C^{11}H^{16}O$.

Son éther acétique $C^{11}H^{15} - C^2H^3O^2$ bout à 275°-276° (corr.).

La constitution de cet alcool a été établie en le transformant en acide correspondant par la méthode de Dumas et Stas. L'acide obtenu, de formule $C^{11}H^{14}O^2$, bout à 173°-175° sous 13mm de pression, comme l'acide éthylbenzylacétique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH(C^2H^5) - CO^2H.$$

préparé antérieurement par MM. Anschütz et Berns (³). De plus, son anilide fond à 89°-90° comme l'anilide éthylbenzylacétique.

L'enchaînement du radical benzyle avec l'alcool butylique s'est donc fait encore par le carbone voisin du groupement fonctionnel.

L'*alcool benzylamylique* $C^6H^5 - CH^2 - C^5H^{10}OH$ est un liquide incolore, huileux, bouillant sans décomposition à 272°-274° (corr.). Il répond à la formule $C^{12}H^{18}O$. Sa densité est $D_0^{20} = 0{,}9687$.

(¹) Conrad et Bischoff, *Lieb. Ann. d. Chem.*, t. CCIV, p. 181.

(²) Edeleanu, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XX, p. 618.

(³) Anschütz et Berns, *Lieb. Ann. d. chem.*, t. CCLXI, p. 307.

Sa constitution n'a pas encore été établie expérimentalement; mais il n'est pas téméraire d'admettre, par analogie, qu'ici encore le reste benzyle s'est fixé à l'atome de carbone voisin du groupement fonctionnel de l'alcool isoamylique : l'alcool benzylamylique serait alors l'alcool isopropylbenzyléthylique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH(C^3H^7) - CH^2OH.$$

Son éther acétique $C^{12}H^{17} - C^2H^3O^2$ bout à 279°-281° (corr.).

Oxydé par la potasse à 230°, l'alcool benzylamylique donne l'acide correspondant, l'*acide benzylvalérique* $C^{12}H^{16}O^2$, liquide incolore, huileux, à odeur de valériane, bouillant à 305°-308° (corr.).

Le sel de potassium de cet acide cristallise dans l'eau en longues aiguilles incolores difficiles à séparer de leur eau mère. Son sel de baryum $(C^{12}H^{15}O^2)^2Ba$ cristallise dans l'alcool à 80° en fines aiguilles très solubles dans l'eau. Son sel d'argent $C^{12}H^{15}O^2Ag$ est à peu près insoluble dans l'eau; il s'altère à la lumière.

L'éther éthylique de l'acide benzylvalérique possède une forte odeur de fruits; il bout à 274°-276° (corr.),

Le chlorure d'acide $C^{12}H^{15}ClO$ est un liquide incolore, distillant à 156°-158° (corr.) sous 22^{mm} de pression.

L'amide $C^{12}H^{17}AzO$ cristallise dans l'eau en fines aiguilles incolores, fusibles à 94°-95°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les bis-azoïques.*
Note de M. **H. Duval**, présentée par M. A. Haller.

J'ai indiqué, il y a quelque temps (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1222), quelle était l'action de l'acide azoteux sur le *o-o*-diaminodiphénylméthane-*p-p*-dicarbonate d'éthyle, je vais maintenant chercher à généraliser cette réaction et voir l'influence de la nature des groupements substitués.

J'étudierai l'action de l'acide nitreux sur les dérivés orthodiaminés :

De l'acide diphénylméthane-*p-p*-dicarbonique;

Du diphénylméthane-*p-p*-dinitrile;

Du *p-p*-diacétyldiphénylméthane;

Du diphénylméthane;

Du diacétyldiaminodiphénylméthane.

Tandis que l'action de l'acide azoteux sur les trois premiers composés est analogue et fournit exclusivement un bis-azoïque, l'action de ce même acide sur les deux derniers donne lieu à la formation simultanée de phénol et de bis-azoïque en proportions variables suivant les conditions de l'opération.

Parmi ces composés, les uns, sous l'action de la chaleur, fusent à une température supérieure à 300°, comme les bis-azoïques de l'acide diphénylmé-

thane-dicarbonique, du diphénylméthane-dinitrile et du diacétyldiaminodiphénylméthane; les autres se décomposent comme le bis-azodiacétyldiphénylméthane et le bis-azodiphénylméthane; ce point de décomposition est situé vers 300° pour le premier et à 210° pour le second de ces composés.

Acide bis-azodiphénylméthane-dicarbonique. — Ce composé pourrait être obtenu par saponification de son éther éthylique, mais en outre que ce procédé donne de très mauvais rendements, il ne nous renseigne pas sur l'influence de la nature des substitutions dans la formation des bis-azoïques. Par contre, la diazotation de l'acide diaminodiphénylméthane-dicarbonique fournit avec un excellent rendement le bis-azoïque qu'il suffit d'essorer et de laver. On le fait ensuite cristalliser dans la pyridine, avec laquelle il forme un sel très peu soluble dans ce solvant, mais très soluble dans l'eau, et qui se décompose par dessiccation à la température de 120°, en donnant l'acide libre cristallisé. Insoluble dans les solvants organiques usuels, sauf la pyridine, il fuse au-dessus de 300°.

$$\begin{array}{c} C \\ (4)\quad CO^2H - C^6H^3 - N = N \quad N = N - C^6H^3 - CO^2H \quad (4'). \end{array}$$

Bis-azodiphénylméthanedinitrile. — On diazote le diaminodiphénylméthane-dinitrile dont j'ai indiqué récemment le procédé de préparation; on chauffe ensuite, laisse reposer, essore, lave et fait cristalliser dans la pyridine.

Insoluble dans les solvants organiques usuels, très peu soluble dans la pyridine, il fuse au-dessus de 350°.

$$\begin{array}{c} C \\ (4)\quad CN - C^6H^3 - N = N \quad N = N - C^6H^3 - CN \quad (4'). \end{array}$$

Bis-azodiacétyldiphénylméthane. — La diazotation du diaminodiacétyldiphénylméthane fournit le bis-azodiacétyldiphénylméthane qu'on essore, lave et fait cristalliser dans la pyridine.

Cristaux jaune vif peu solubles dans l'acide acétique, la pyridine, le xylène; insolubles dans l'alcool et l'éther et se décomposant vers 300°.

$$\begin{array}{c} C \\ (4)\quad CH^3 - CO - C^6H^3 - N = N \quad N = N - C^6H^3 - CO - CH^3 \quad (4'). \end{array}$$

Bis-azodiacétyldiaminodiphénylméthane. — Pour obtenir ce dérivé, on diazote l'acétyltétraminodiphénylméthane dissous dans un excès d'acide sulfurique en solution à 3 pour 100, puis on laisse pendant 24 heures le tétrazoïque se décomposer lentement à la température ordinaire. On essore ensuite, reprend le précipité par une solution alcaline très étendue, essore, lave et fait enfin cristalliser le résidu dans la pyridine après traitement au noir animal.

Cristaux rouges très peu solubles dans l'acide acétique et la pyridine, insolubles dans l'éther, le chloroforme, et fusant au-dessus de 300°.

$$(4)\quad CH^3-CO-NH-C^6H^3-N=N\overset{C}{\frown}N=N-C^6H^3-NH-CO-CH^3\quad(4')$$

(the C at the top is joined by a bracket to both C^6H^3 groups)

D'après ces exemples, il paraît rationnel de conclure qu'une substitution électronégative, sur le noyau du diphénylméthane, semble favoriser la formation des bis-azoïques du type ci-dessus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation des chlorures de benzyle o- et p-nitrés avec l'acétylacétone.* Note de M. **Mech**, présentée par M. A. Haller.

L'action des chlorures de benzyle *o*- et *p*-nitrés sur l'acétylacétone a été étudiée dans une Note précédemment insérée aux *Comptes rendus* [1].

Dérivés du chlorure de benzyle p-nitré. — L'action du chlorure de benzyle *p*-nitré, outre le dérivé disubstitué

$$CH^3COC\begin{cases}CH^2_1C^6H^4_4NO^2\\ COCH^3\\ CH^2_1C^6H^4_4NO^2\end{cases},$$

avait permis d'obtenir la *p*-nitrophénylbutanone

$$CH^3COCH^2CH^2_1C^6H^4_4NO^2,$$

que son oxime et sa phénylhydrazone ont bien caractérisée.

L'étude de ce dérivé a été complétée par la préparation de sa semicarbazone. Ce corps, qui se précipite par addition d'une solution aqueuse de chlorhydrate de semicarbazide à une solution alcoolique de *p*-nitrophénylbutanone et d'acétate de potassium, se présente sous forme d'une poudre blanche fondant à 198°,5, insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, soluble dans les acides.

La *p*-nitrophénylbutanone, en solution alcoolique, a été réduite par le zinc et l'acide chlorhydrique. Le produit, saturé par le carbonate de sodium et épuisé à l'éther, laisse, par évaporation du dissolvant, un liquide rougeâtre, sirupeux, miscible à

(1) H. Mech, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 751.

l'alcool et à l'éther, soluble dans les acides. Ce liquide, abandonné dans le vide sulfurique, se prend en une masse solide jaune, qui fond et paraît se décomposer vers 195° et qui, exposée à l'air, absorbe rapidement la vapeur d'eau en redonnant le liquide rougeâtre. Celui-ci, en solution dans l'alcool, chauffé avec de l'acétate de potassium et une solution aqueuse de chlorhydrate de semicarbazide, puis additionné de quelques gouttes de potasse, donne, par évaporation, des cristaux incolores, fondant à 153° en dégageant du gaz ammoniac, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, solubles dans les acides et réduisant le réactif cupro-potassique. L'analyse de ce corps a montré qu'il s'agit de la semicarbazone de la *p*-aminophénylbutanone

$$CH^3 - \underset{\underset{N.NHCONH^2}{\|}}{C} - CH^2CH^2_1C^6H^4_4NH^2.$$

Dérivés du chlorure de benzyle-o-nitré. — La formation du dérivé disubstitué

$$CH^3CO - C\begin{cases} CH^2_1C^6H^4_2NO^2 \\ COCH^3 \\ CH^2_1C^6H^4_2NO^2 \end{cases}$$

avait été signalée dans la Note ci-dessus indiquée, en même temps que la formation d'un liquide goudronneux.

Bien qu'il n'ait pas été possible d'isoler l'*o*-nitrophénylbutanone elle-même, l'existence de ce corps dans le goudron obtenu a pu être mise en évidence par la préparation de son oxime et de sa semicarbazone.

L'*o*-nitrophénylbutanoxime a été obtenue en chauffant pendant 2 heures, avec du chlorhydrate d'hydroxylamine et du carbonate de sodium, dans l'alcool, le goudron précipité par addition d'eau dans le produit de la réaction du chlorure de benzyle-*o*-nitré sur l'acétylacétone sodée. Le produit filtré, exposé dans le vide sulfurique pendant 2 semaines, a donné des cristaux qui ont été essorés, lavés avec un peu d'alcool et recristallisés dans l'alcool. L'analyse a conduit à la formule

$$CH^3 - \underset{\underset{N.OH}{\|}}{C} - CH^2CH^2_1C^6H^4_2NO^2.$$

Ce corps se présente en cristaux incolores, fondant à 97°, très solubles dans l'alcool, solubles dans l'acide chlorhydrique, réduisant le réactif cupropotassique.

La semicarbazone de l'*o*-nitrophénylbutanone $CH^3 - \underset{\underset{N.NHCONH^2}{\|}}{C} - CH^2CH^2_1C^6H^4_2NO^2$ a été obtenue en ajoutant à une solution aqueuse de chlorhydrate de semicarbazide une solution alcoolique du goudron contenant la cétone et d'acétate de potassium. Un peu de goudron se sépare, puis par agitation se prend en masse, en même temps qu'il se forme un précipité. Le produit solide, recueilli sur un filtre, a été lavé à l'alcool. Ce corps se présente sous forme d'une poudre blanche, fondant à 169°-170°, insoluble dans l'eau et dans l'alcool.

L'obtention de ces deux derniers dérivés a permis de montrer que la réaction du chlorure de benzyle-*o*-nitré sur l'acétylacétone sodée donne des produits analogues à ceux que donne, dans les mêmes conditions, le chlorure de benzyle-*p*-nitré.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'origine de la matière colorante des raisins rouges et autres organes végétaux.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Guignard.

La matière colorante des raisins rouges a été préparée, à l'état pur, en 1858, par Glénard qui l'appela *œnoline* ($C^{20}H^{20}O^{10}$). En 1878 M. A. Gautier isola, de divers cépages rouges, des pigments ayant chacun une composition spéciale, mais peu éloignée de la précédente et il posa, le premier, la question de l'origine de ces pigments ou *acides œnoliques*. Deux hypothèses furent émises, mais la plus généralement adoptée consiste à faire dériver la couleur rouge de l'œnotanin par oxydation. Les botanistes ont également cherché à expliquer l'apparition normale ou accidentelle de l'*anthocyanine* des feuilles ou des fruits. Les travaux d'Overton (1899) et de M. Marcel Mirande (*Comptes rendus*, 1907) tendent à démontrer une relation entre l'anthocyanine et l'accumulation du sucre et des matières tannoïdes jointe à la présence des oxydases. Par conséquent, ces hypothèses sont encore assez obscures. Les résultats que je viens d'obtenir sur cette question y apporteront peut-être un peu de lumière.

Si l'on prend des raisins verts de cépages rouges ou blancs, et que l'on traite leurs éléments solides par de l'eau chlorhydrique, à 2 pour 100 de HCl, à l'autoclave à 120° pendant 30 minutes, on obtient un liquide magnifiquement coloré en rouge vineux, et les parties insolubles du mélange renferment encore une grande quantité de couleur que l'on peut extraire par l'eau alcoolisée. La même réaction a été fournie par des marcs de raisins blancs desséchés à l'étuve depuis le mois d'octobre dernier et par les jeunes pousses actuelles de la vigne blanche ou rouge. Avec 10^{g} de ces pousses desséchés, on peut colorer, comme un beau vin rouge, 1^{l} d'eau alcoolisée.

J'ai pensé tout d'abord à l'existence d'un glucoside tannique; mais, après avoir précipité les matières tannoïdes des raisins ou des pampres de la vigne par une liqueur acéto-ammoniaco-mercurique (100^{g} d'acétate d'ammoniaque et 20^{g} d'acétate mercurique par litre) et décomposé le précipité par H^2S en liqueur chlorhydrique, la

solution filtrée, puis chauffée à 120°, était complètement exempte de corps réducteurs de la liqueur de Fehling. Les matières tannoïdes paraissaient s'être transformées seulement de la manière suivante : 1° en une belle couleur rouge soluble dans l'eau acidulée; 2° en une matière colorante rouge très peu soluble dans l'eau pure, mais très soluble dans l'eau alcoolisée; 3° en un corps de couleur brune insoluble dans l'eau et l'alcool, qui rappelait la matière colorante des vins rouges insolubilisée par oxydation profonde. Déjà, ces caractères rapprochent beaucoup la couleur produite par H Cl de la couleur normale des vins rouges; en outre, comme celle-ci, la première vire au vert par les alcalis et au rouge par les acides, elle est précipitable par les matières albuminoïdes en présence de coagulants tels que la crème de tartre, elle forme des combinaisons insolubles avec certains oxydes métalliques, elle s'oxyde à l'air et plus rapidement en présence de l'oxydase en jaunissant et devenant insoluble, etc. Il n'est donc pas douteux que les deux couleurs sont de même nature et qu'elles dérivent toutes les deux de l'œnotanin.

D'autres matières tanniques sont également douées de cette propriété chromogène; ainsi, je l'ai obtenue, à un degré plus ou moins élevé, pour le tanin du houblon, du cerisier, du prunier, de la vigne vierge, etc., mais le tanin des chênes ordinaires ne l'a pas.

Cette action de HCl dilué ne paraît avoir rien de commun avec celle de SO^4H^2 dilué sur certains tanins, d'après laquelle on classe ces produits naturels parmi les glucosides parce qu'on obtient du glucose et une matière rougeâtre insoluble. Mais j'ai constaté que cette production de glucose n'a lieu que par une attaque profonde de la matière organique par l'acide assez concentré, comme celle qui donne du glucose avec la cellulose. Quant à la matière rouge brun, elle semble résulter d'une transformation partielle des phlobaphènes en cette matière colorante rouge que j'obtiens dans de bien meilleures conditions avec HCl. La question des tanins-glucosides mérite donc d'être mieux étudiée. Il y a lieu de se demander, par exemple, si la réaction qui fournit la matière colorante rouge n'est pas un dédoublement analogue à celui que subit le gallotanin pour donner l'acide gallique par hydrolyse, et si, dans la nature, il n'y a pas intervention d'une diastase pour l'œnotanin comme pour le gallotanin.

La propriété chromogène des matières tanniques considérées ne se borne pas au fait indiqué ci-dessus. En effet, si l'on porte à l'ébullition, pendant quelques instants, la solution d'un de ces tanins contenant 2 pour 100 de potasse caustique, et si l'on expose ensuite la liqueur à une aération suffisante, cette liqueur prend, ici encore, une coloration rouge vineux très intense; l'expérience est surtout curieuse avec des pépins de raisins blancs ou rouges. Conservée à l'abri de l'air, la coloration persiste, tandis qu'elle vire au jaune clair, au bout de quelques heures, si l'oxydation continue; on obtient la même teinte quand on sature l'alcali par un acide, mais la coloration rouge reparaît avec l'alcalinité. Cette matière colorante est donc très différente de la précédente.

En rapprochant maintenant les observations qui ont été faites sur la colo-

ration rouge normale ou accidentelle, que présentent les feuilles ou les fruits d'une foule de plantes, des propriétés chromogènes de certains tanins, on entrevoit, beaucoup mieux qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, l'origine de ces pigments rouges lorsqu'ils sont de nature tannoïde.

Des recherches ultérieures permettront sans doute de déterminer le mécanisme de l'apparition de la couleur des raisins rouges notamment, et d'expliquer son absence chez les raisins blancs qui contiennent cependant, avant la véraison, les mêmes matières tannoïdes que les raisins rouges.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation de l'eugénol par le ferment oxydant des champignons et par le perchlorure de fer; obtention du déhydrodieugénol.* Note de MM. **H. Cousin** et **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

L'oxydation de l'eugénol par le ferment oxydant des champignons a été antérieurement signalée par Bourquelot ([1]); nous avons d'abord entrepris de déterminer la nature chimique du produit ainsi formé.

L'oxydation de l'eugénol a été conduite de la façon suivante :

On ajoute à 10^l d'eau distillée 5^{cm^3} d'eugénol préalablement dissous dans 20^{cm^3} d'alcool à 95°; on agite fortement et l'on filtre sur un papier mouillé. La solution ainsi obtenue est additionnée de 10^{cm^3} de macération glycérinée de *Russula delica* Fr. (deux parties de glycérine pour une partie de champignon frais), puis soumise à l'action d'un fort courant d'air ($t = 18° - 20°$). La liqueur se trouble et il se fait un précipité blanc jaunâtre; l'oxydation est pratiquement terminée en 2 à 3 jours. On obtient sensiblement 40^g de précipité essoré, lavé et séché pour 100^g d'eugénol. Ce précipité est redissous dans l'alcool à 95°, puis la solution alcoolique est précipitée par l'eau. Le nouveau précipité est séché puis traité à chaud par l'alcool à $\frac{50}{100}$ environ. Par refroidissement de la solution on obtient un corps bien cristallisé, dont le rendement est de 20 à 25 pour 100 de l'eugénol primitif.

Convenablement purifié, le principe obtenu est tout à fait blanc; il se présente au microscope sous forme de petites tables incolores, d'aspect très caractéristique. Il cristallise anhydre. Il fond à 105°-106° (corr.). Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acide acétique cristallisable, les lessives alcalines étendues.

Sa solution alcoolique se colore en bleu par Fe^2Cl^6.

Ces propriétés ainsi que les résultats fournis par la cryoscopie et l'analyse élémentaire nous autorisent à considérer ce principe comme résultant de la

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 317; *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. IV, 1896, p. 445.

soudure de 2^{mol} d'eugénol avec départ de 2^{at} d'hydrogène; la réaction est tout à fait comparable à ce qui se passe avec la morphine, la vanilline et le thymol [1].

La cryoscopie faite dans l'acide acétique a donné $M = 39 \times \frac{2,98}{0,39} = 298$; le calcul donne 326 pour $C^{20}H^{22}O^{4}$. D'autre part, on a trouvé à l'analyse : $C = 73,42$, $H = 7,30$ (calculé pour $C^{20}H^{22}O^{4}$: $C = 73,62$, $H = 6,74$).

Le corps ainsi préparé par oxydation biochimique de l'eugénol ne paraît pas avoir été signalé dans la littérature chimique; nous l'appellerons *déhydrodieugénol.*

Préparation du déhydrodieugénol par action du perchlorure de fer sur l'eugénol. — Les résultats que nous avons obtenus antérieurement [2] dans la préparation du dithymol, par oxydation du thymol, à froid, au moyen de perchlorure de fer très étendu, nous ont engagés à traiter l'eugénol par une méthode analogue, dans le but de préparer le déhydrodieugénol.

Le résultat a été parfaitement atteint en remplaçant le ferment oxydant par 20^{cm^3} de perchlorure de fer officinal ($d = 1,26$) et en supprimant naturellement le courant d'air, tout à fait inutile. L'oxydation est terminée en 24 heures. Le précipité est traité comme cela a été décrit plus haut. Les rendements en produit cristallisé et pur sont tout à fait analogues.

Le corps obtenu ainsi a été complètement identifié avec le déhydrodieugénol préparé par action de l'oxydase.

Diacétyldéhydrodieugénol $C^{24}H^{26}O^{6}$. — Cet éther a été préparé par l'action de l'anhydre acétique sur le déhydrodieugénol, en présence d'acétate de sodium fondu.

Il se présente sous une forme de petits cristaux prismatiques, massifs, blancs, fusibles à 91°-92°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool surtout à chaud, l'éther, la benzine, le chloroforme. La solution alcoolique ne donne pas de coloration avec $Fe^{2}Cl^{6}$.

Finement pulvérisé et mis en suspension dans l'eau distillée, il réduit à froid le permanganate de potassium, ce qui témoigne que le déhydrodieugénol conserve bien des doubles liaisons allyliques.

Dibenzoyldéhydrodieugénol $C^{34}H^{30}O^{6}$. — Cet éther a été préparé par action du chlorure de benzoyle en présence de lessive de potasse.

Il se présente sous forme de cristaux blancs apparaissant au microscope comme de petites aiguilles tabulaires incolores. Il est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool froid, soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme. Il fond à 170°-171° (corr.). Sa solution alcoolique ne se colore pas par $Fe^{2}Cl^{6}$.

---

[1] H. Cousin et H. Hérissey, *Oxydation du thymol par le ferment oxydant des champignons* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXVI, 1907, p. 490).

[2] *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 292.

En résumé, dans l'oxydation de l'eugénol pratiquée soit par voie biochimique, soit au moyen du perchlorure de fer, nous avons obtenu le déhydrodieugénol, composé non encore connu et nous avons préparé les éthers acétique et benzoïque de ce nouveau phénol.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence comparée de certaines combinaisons du fer et des peroxydases dans la catalyse de l'acide iodhydrique par le bioxyde d'hydrogène.* Note de MM. **J. Wolff** et **E. de Stœklin**, présentée par M. Roux.

Les curieuses fonctions catalytiques signalées par l'un de nous [1] chez le ferrocyanure de fer colloïdal, sel de fer qui agit comme un enzyme peroxydasique, nous ont conduit à comparer le rôle activant de certains composés du fer et de certaines peroxydases naturelles dans l'oxydation de l'acide iodhydrique par l'eau oxygénée. On sait que la réaction peut être exprimée sommairement par l'équation

$$2HI + H^2O^2 = I^2 + 2H^2O.$$

Si nous examinons l'effet activant des sels de fer, signalé pour la première fois par Schönbein, comparativement à l'activation produite par la plupart des peroxydases dans le même phénomène, nous remarquons ceci : c'est que, tout en présentant une certaine similitude d'action, ces deux catalyseurs se comportent d'une façon sensiblement différente au cours de la réaction. En effet, ainsi que nous le montre le Tableau ci-après, le sulfate ferreux exerce dès son contact avec les réactifs une action brutale, qui diminue aussitôt. Seule, cette action de premier contact est en rapport, mais non directement proportionnelle, avec la masse du fer employé; les accroissements subséquents, sensiblement égaux entre eux pour des temps égaux, sont indépendants de la masse du catalyseur (dans la limite de nos expériences).

L'enzyme, au contraire, si l'on se place dans des conditions favorables, intervient plus modérément au commencement de la réaction et poursuit son action pendant les premières minutes, proportionnellement à la masse pour des temps donnés, et les accroissements qui en résultent sont fonction de ce facteur.

Une action brutale comme celle du sulfate ferreux se retrouve avec tous les sels inorganiques du fer, avec ceux du moins que nous avons essayés. On la rencontre d'ailleurs aussi lorsqu'on substitue ces sels aux peroxydases dans l'étude des autres

(1) J. Wolff, *Comptes rendus*, 6 avril et 9 juin 1908.

phénomènes d'oxydation que ces enzymes sont capables de provoquer : si, dans les deux cas, il y a activation de H^2O^2, au lieu des corps isolables et bien caractérisés que donnent les peroxydases, on obtient avec ces sels de fer des produits d'oxydation complexes et probablement plus avancés.

Contrairement à notre attente, le ferrocyanure de fer colloïdal qui, par ailleurs, se comporte exactement comme une peroxydase n'a aucune action sur l'oxydation de IH par H^2O^2. Il nous a paru intéressant, dès lors, de rechercher si quelque autre combinaison cyanogénée du fer ne jouirait pas de cette propriété activante, et nous l'avons rencontrée chez le sulfocyanure de fer; ce sel présente la particularité remarquable de fonctionner dans la décomposition de IH par H^2O^2 sensiblement comme la peroxydase ordinaire, tandis qu'il est incapable de réagir sur les phénols comme le font à la fois ces peroxydases et le ferrocyanure de fer colloïdal (voir le Tableau ci-après).

De ces observations et d'autres que nous nous proposons de développer d'une manière plus complète, nous croyons pouvoir, dès à présent, tirer les conclusions suivantes : *dans l'ensemble des actions catalytiques dues aux peroxydases, il faut mettre à part, comme étant la fonction spécifique d'un enzyme particulier, celle qui consiste à activer la décomposition de* IH *en présence de* H^2O^2.

Cette manière de voir est d'ailleurs corroborée par les faits suivants : dès 1904, l'un de nous (E. de Stœklin), expérimentant à l'aide d'une peroxydase soigneusement purifiée et d'une grande activité, avait remarqué que son action relativement faible sur IH n'était pas en rapport avec la grande puissance d'action de cet enzyme sur le pyrogallol; et plus tard Bach (1) reconnut que les peroxydases extraites des jeunes pousses d'asperge et de la racine d'iris, très actives sur le pyrogallol, sont à peu près sans action sur l'acide iodhydrique.

Ces expériences ont été conduites comme suit :

Dans chacun des flacons de chaque série nous avons introduit 5^{cm^3} IK $\frac{n}{20}$, 10^{cm^3} $CH^3.COOH\frac{n}{20}$, 25^{cm^3} H^2O, puis les quantités indiquées en haut du Tableau des divers catalyseurs, et immédiatement après 2^{cm^3} H^2O^2 à 1 pour 100 (Merk). Nous avons dosé ensuite, au fur et à mesure des temps notés ci-après, l'iode mis en liberté au moyen d'une solution centime

(1) A. Bach, *Monit. scient. Quesneville,* mai 1906.

d'hyposulfite de sodium. Les chiffres des colonnes donnent en centimètres cubes les quantités d'hyposulfite employées.

TABLEAU ([1]).

	SO^4Fe.		Extrait de malt 25 pour 100.		Sulfocyanure de Fe.		Fe^2Cl^6.	Sulfocyanure de Fe.
Temps.	Fe $0^{mg},34$.	Fe $0^{mg},68$.	$0^{cm^3},5$.	1^{cm^3}.	Fe $0^{mg},1$.	Fe $0^{mg},2$.	Fe $0^{mg},2$.	Fe $0^{mg},2$.
$0^m.30^s$	1,20	1,90	0,85	1,55	0,45	0,95	0,25	1,00
1. 0	1,40	2,10	1,35	2,60	0,75	1,55	0,45	1,75
1.30	1,55	2,35	1,60	3,40	1,05	2,00	0,65	2,10
2. 0	1,70	2,60	2,00	4,10	1,20	2,30	0,80	2,55
2.30	1,80	2,70	2,30	4,40	»	»	»	»
3. 0	1,90	2,85	2,45	5,05	1,50	2,90	0,95	2,95
4. 0	2,10	3,10	2,70	6,00	2,00	3,00	1,10	3,35
5. 0	2,35	3,25	2,95	6,25	2,15	3,45	1,25	3,65

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la température de stérilisation du moût et de celle de la fermentation sur le bouquet des vins* ([2]). Note de M. A. ROSENSTIEHL, présentée par M. Roux.

La température de stérilisation du moût et celle de la fermentation ont toutes deux leur influence marquée sur le bouquet des vins.

Si la première est trop élevée, elle détruit le goût de fruit ainsi que l'arome particulier de certains cépages.

Si la deuxième est trop élevée, il se dégage des produits volatils qui sont entraînés dans l'atmosphère par le gaz carbonique, répandent dans les celliers des odeurs délicieuses et sont perdus par là pour le vin.

Ces deux températures ont été préalablement fixées par des essais de laboratoire exécutés sur des portions de 5^l à 10^l, puis par des opérations en grand faites en 1902 à Kreuznach, sur la Nahe (Prusse rhénane).

Ces expériences comparatives ont été facilitées par le fait que les installations du négociant où j'ai fixé la technique de la vinification permettaient de faire des moyennes de moût de 500^{hl}.

([1]) Nos chiffres ont été corrigés par soustraction des résultats obtenus par témoins sans catalyseurs.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1050, et t. CXXXIV, p. 1378.

De sorte qu'il était possible de faire deux séries comparatives portant sur 250^{hl} du même moût.

Les conditions de stérilisation les plus favorables sont la chauffe à 50° C. du moût qu'on a préalablement chargé d'acide carbonique. La présence de ce gaz empêche l'action oxydante de l'air qui est à craindre surtout sur les aromes du fruit. Une petite dose d'acide sulfureux (10^g par hectolitre) seconde efficacement l'action protectrice de l'acide carbonique. Le vin obtenu avec moût stérilisé à 55°-60° C. est, toutes choses égales d'ailleurs, inférieur; les dégustateurs ont trouvé aux vins de la série stérilisée à 50°-52° C. plus de fruité, de netteté et de « race », qualité spécialement recherchée pour les vins provenant du cépage essentiellement rhénan, le Riesling.

La chauffe à 50° ne stérilise le moût que relativement; elle tue, il est vrai, les levures apiculaires mais non les germes des levures elliptiques contenues dans le moût, mais elle les met hors de cause; pour quelque temps il faut à celle-ci 48 heures pour se réveiller dans un moût à 26° C. et 6 jours quand la température n'est que de 20° C.

De sorte que la fermentation d'un pareil moût, au-dessous de 26°, peut se faire sous l'influence unique des levures de choix dont on l'ensemence. Quand les levures préexistantes pourraient entrer en activité, la plus forte partie du sucre est déjà transformée en alcool et leur influence sur le résultat final ne se fait plus sentir.

Ce qui a été dit de la température de stérilisation montre la nécessité d'abaisser la température de fermentation. L'influence de cet abaissement a été déterminée méthodiquement dans les mêmes conditions, exceptionnellement favorables, où ont été faites les études sur la stérilisation.

Il ne s'agit pas ici de la température la plus favorable à l'activité et à la multiplication des levures, conditions suffisamment connues, mais de celles correspondant au maximum de bouquet dans les vins.

Les phénomènes de teinture des levures, que j'ai décrits précédemment (¹) et qui, en fixant sur ces dernières les matières colorantes et les tanins des vins, en dépriment l'activité, avaient déjà fait rechercher les conditions qui seraient de nature à atténuer ces inconvénients, notamment pour les moûts rouges.

La température de 20° s'est montrée sous ce rapport bien plus avantageuse et celle de 35° (²) comme la plus néfaste. Ces essais n'avaient été exécutés que sur des portions de 5^l à 10^l. En 1902 ils ont reçu à Kreuznach la confirmation du travail en grand.

(¹) *Loc. cit.,* t. CXXX, p. 195, et t. CXXXIV, p. 119.

(²) Cette partie du travail a été faite à l'Institut Pasteur dans le laboratoire de M. Roux, qui a bien voulu mettre son excellente étuve à ma disposition, pour assurer la constance de la température pendant toute la durée de la fermentation.

Avec mes appareils de stérilisation, qui sont en même temps d'excellents réfrigérants, j'ai pu maintenir la température de portions de 250^{hl} de moût dans des limites de température de 5°C.

L'organe essentiel de ces appareils est l'échangeur Vaillard-Desmaroux à l'aide duquel on peut refroidir le liquide à la température de l'eau de source, à 4° près, en n'employant qu'un volume d'eau égal à celui du moût à refroidir, et cela avec un débit de 20^{hl} à 35^{hl} à l'heure.

J'ai pu faire les fermentations successivement aux températures de 25°-30°, 20°-25°, 15°-20°, puis à 13°-18°C.

Dans ces dernières conditions, l'acide carbonique qui se dégage n'est plus que faiblement parfumé, et l'on retrouve dans le vin un remarquable bouquet de fermentation qui se conserve, se transforme, ainsi que cela a lieu pour les grands crus.

La température de 13°, la plus basse qu'on ait pu réaliser avec de l'eau froide, n'empêche pas l'action de la levure sur la substance anthophore. Il y a un corollaire à cette manière d'opérer, c'est la culture de la levure, à laquelle il faut donner les plus grands soins pour la posséder au maximum d'activité. On arrive alors à abaisser la proportion du levain de 2 pour 100, ainsi qu'elle avait été employée jusque-là, successivement à 1 pour 100 puis à $\frac{1}{3}$, limite à laquelle je me suis arrêté.

La concentration du moût sur lequel on a multiplié une levure a une influence sur l'augmentation de température qui se produit pendant la fermentation. Quand la richesse en sucre du moût, qui sert à faire le levain, correspond à 9 pour 100 d'alcool, l'augmentation pour 100^{g} de sucre au litre est de 14° C., dans des foudres de 50^{hl} à 60^{hl}, et ce chiffre tombe à 7° ou 8° C., si l'on a multiplié sur un moût correspondant à 13,75 pour 100 d'alcool.

Les fermentations sont complètes en 15 à 20 jours. L'influence des produits odorants qui se dégagent avec l'acide carbonique, quand la température dépasse 20°, sur le bouquet, est rendue sensible par l'expérience suivante :

Du moût de Chardonnay, stérile, a été ensemencé avec une levure anthogène (Moulin-à-Vent), et le gaz parfumé produit à 25°-30° C. a été dirigé dans une autre portion de moût stérile du même cépage.

Ce moût a pris le parfum ; il a été soutiré aseptiquement en bouteilles et conservé ainsi. Il a contracté le bouquet caractéristique, et constituait une boisson délicieuse appréciée par ceux qui sont habitués à consommer du *vin sans alcool*.

Il résulte de ce qui précède que le meilleur procédé d'obtenir, d'un raisin

donné, un vin bouqueté est de stériliser le jus de raisin et de le faire fermenter par une levure anthogène, à une température au-dessous de 20° C. On obtient ainsi autant et même plus de bouquet que le même cépage en produirait dans une bonne année et dans les meilleures expositions.

Cette proposition s'est vérifiée sur plus de 25000^{hl} de vins vinifiés par ces procédés en 1904-1905.

Mais, même sans stériliser, on peut, en utilisant les observations relatives aux températures de fermentation, tirer un parti avantageux pour la vinification courante. Car ces observations s'appliquent à toutes les cuvées, qui pendant la fermentation répandent des parfums dans les celliers. Cela indique que la température est trop élevée et qu'il y a utilité certaine à l'abaisser au-dessous de 20° C. Quand une fermentation est bien en train, l'abaissement subit à la température de 13° C. ne l'entrave pas.

Le thermomètre remonte en 7 à 8 jours à 18°-20° C. et alors la fermentation est achevée, même quand la richesse alcoolique finale est de 13,75 pour 100.

L'abaissement de température, loin d'être un danger, est une garantie pour l'obtention du bouquet. Et il y a avantage à introduire dans les chais de nos bons vignobles l'usage du thermomètre et de l'appareil à réfrigérer les moûts en fermentation.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement comparé des tubercules et des racines.* Note de M. G. André, présentée par M. Armand Gautier.

La migration de l'azote et celle de l'acide phosphorique dans les organes végétaux a lieu, le plus souvent, avec une régularité remarquable. Il est cependant des cas où ce déplacement présente certaines anomalies et l'on peut observer alors, soit un départ plus considérable de l'azote par rapport à l'acide phosphorique, soit le phénomène inverse.

J'ai rencontré de pareilles anomalies de la migration en étudiant, pendant les premières semaines de leur développement, les tuberculés et les racines de Pommes de terre dont le semis avait été fait au mois d'avril sous châssis et dans un terreau très riche en matières fertilisantes. J'ai suivi le développement de la plante totale pendant 2 mois à l'époque de sa plus active végétation. A la fin des observations, les tubercules étaient loin d'avoir acquis leur volume définitif.

D'après de très nombreuses analyses, en particulier celles qui sont consi-

gnées dans les Tables de Wolff, la teneur en cendres des tubercules et racines charnues diminuerait avec l'âge du végétal. Cependant cette diminution ne semble pas être absolument générale; il en est d'ailleurs de même chez les graines. La teneur en matières fixes de certaines d'entre elles décroît, sans doute, à mesure que la graine mûrit; mais ce n'est pas là un fait constant, car il est des graines dont la proportion centésimale des cendres demeure à peu près invariable pendant tout le temps que dure leur maturation.

Le Tableau ci-dessous montre les variations des cendres totales, de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse de la Pomme de terre cultivée comme il vient d'être dit :

Dates 1907.	Eau dans 100 parties de matière fraîche.	Poids des tubercules séchés à 110° (pour 1 pied).	Dans 100 parties de matière sèche.			
			Cendres totales.	Azote total.	Acide phosphorique.	Potasse.
1er juin	85,83	1,035 g	6,27	1,72	0,99	3,45
8 »	83,72	2,830	6,24	1,50	1,15	3,20
19 »	81,18	4,782	5,79	1,22	1,03	3,08
27 »	81,72	10,000	6,13	1,34	1,08	3,16
25 juillet.....	75,40	37,933	6,09	1,48	1,11	3,21

Dans l'espace de 2 mois environ, alors que le poids des tubercules séchés à 110° pesait à peu près trente-huit fois plus qu'au début, la proportion centésimale des *cendres totales* n'a varié que d'une façon peu notable. Le minimum (observé le 19 juin) coïncide avec un minimum d'accroissement de la matière sèche. Chez les tubercules de Pommes de terre évoluant dans un sol de qualité ordinaire et comparés à ceux dont je viens de parler, les cendres ont nettement diminué avec l'âge et de façon régulière. Dans ce dernier cas, l'accroissement en matière organique a donc été plus rapide que l'accroissement en matière minérale.

Azote et acide phosphorique. — La proportion centésimale de l'azote total des tubercules décroît jusqu'au 19 juin, comme celle des cendres, pour remonter ensuite jusqu'au 25 juillet. Mais l'acide phosphorique ne se comporte pas comme l'azote, sa proportion centésimale reste assez constante; il en est de même de celle de la potasse. La richesse très grande du sol en principes fertilisants n'a eu d'influence ni sur la teneur en azote, ni sur celle de l'acide phosphorique, car les tubercules de Pommes de terre ayant végété en pleine terre à la même époque fournissent des proportions d'azote et d'acide phosphorique du même ordre de grandeur que les précédentes, mais décroissant légèrement avec l'âge. Il en est de même pour la chaux et la magnésie. La richesse du sol n'a influé, ainsi que le fait a été très fréquemment observé, que sur

l'absorption de la potasse dont le taux est plus élevé d'un tiers que celui des tubercules végétant en pleine terre.

Comparaison avec les racines. — Le Tableau suivant montre que la proportion centésimale des cendres des racines présente un minimum le 19 juin (à la même époque que pour les tubercules); puis cette proportion remonte jusqu'à dépasser le chiffre obtenu au début de l'observation. Cette augmentation est due surtout à la potasse :

Dates.	Poids des racines d'un pied sec.	Pour 100 de matière sèche : Cendres totales.	Azote total.	Acide phosphorique.	Potasse.
1er juin.......	0,2775	10,05	2,61	1,81	3,90
8 »	0,5600	10,73	2,15	1,71	3,45
19 »	1,4790	9,31	1,66	1,21	3,16
27 »	1,4390	9,50	1,49	1,48	3,40
25 juillet......	2,8950	13,09	1,31	1,57	4,36

La proportion centésimale des cendres des tubercules des Pommes de terre venues de semis était plus élevée d'un tiers que celle des tubercules de pleine terre : c'est le contraire qui a lieu pour les racines.

La migration de l'azote et celle de l'acide phosphorique présentent les particularités suivantes :

La proportion centésimale du premier de ces éléments décroît régulièrement; elle s'abaisse de moitié à la date du 25 juillet. Mais la proportion centésimale de l'acide phosphorique, après avoir décrû de 34 pour 100 (19 juin), remonte ensuite jusqu'au 25 juillet. Le parallélisme, si fréquent entre la migration des deux substances précitées, ne se rencontre donc pas ici. Or, chez les racines des Pommes de terre de pleine terre, on observe des phénomènes inverses : la proportion centésimale de l'azote total diminue peu avec l'âge, mais celle de l'acide phosphorique s'abaisse de moitié. J'ai retrouvé le même fait chez les racines du Topinambour, observé pendant une période de temps plus longue (juillet à novembre).

En réalité, dans les organes tels que les graines et les tubercules en voie de formation, l'immigration parallèle de l'azote et de l'acide phosphorique est le plus souvent la règle; l'émigration parallèle de ces mêmes substances est également la règle au moment de leur germination. Mais dans les organes de passage, tels que la racine, l'existence d'un rapport à peu près constant entre le poids de l'azote et celui de l'acide phosphorique aux différentes périodes de la végétation ne semble pas devoir se rencontrer avec la

même régularité et, suivant certaines circonstances, c'est tantôt l'acide phosphorique, tantôt l'azote qui émigreront en quantités prépondérantes.

On voit également, d'après ce qui précède, combien il est difficile d'interpréter une analyse de cendres; les conditions de milieu, ainsi qu'on le sait, exercent une influence capitale sur la nutrition minérale de la plante. Aussi peut-on observer, comme dans le cas présent, le renversement de certaines lois habituelles : chez les racines, dont la proportion centésimale des cendres diminue ordinairement avec l'âge, on constatera, au contraire, le phénomène inverse d'une augmentation dans cette proportion.

EMBRYOLOGIE. — *Sur le développement de la notocorde chez les Poissons osseux.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par MM. Edmond Perrier.

On considère comme un fait acquis à la Science que la notocorde des Tuniciers soit l'homologue de celle des Vertébrés et ne s'en distingue que par des qualités d'ordre secondaire : d'abord sa brièveté plus grande, ensuite sa localisation dans la queue. Pourtant, cette opinion n'est pas entièrement exacte.

J'ai exposé, dans une précédente Note (séance du 17 février 1908), les notions auxquelles je suis parvenu en étudiant à nouveau le développement de la notocorde chez les Tuniciers. A mon avis, cet organe, qui, à l'éclosion de la larve, ressemble à un cordon compact, dérive de la paroi dorsale d'un diverticule entérocœlien impair. L'ébauche digestive ne prend aucune part directe à sa formation. Toute la genèse s'accomplit dans le diverticule, dont on peut comparer la paroi dorsale à une gouttière cordale, qui s'isole pour assembler ses éléments et les grouper en un cordon notocordal.

Plusieurs naturalistes de haute valeur estiment que les Tuniciers, et avec eux les Céphalocordés et les Cyclostomes, équivalent à des Vertébrés dégénérés. Désireux, en mon sens, non pas tant d'évaluer leurs raisons, comme de préciser la valeur morphologique de la notocorde chez les animaux qui en ont une, soit bien établie, soit réduite à des vestiges discutables et discutés, j'ai eu l'idée, pour mieux fixer mes comparaisons, de m'adresser aux Vertébrés inférieurs. J'ai choisi comme type les Téléostéens. Ces Poissons sont des Vertébrés où nul cas de dégénérescence ne saurait se relever à cet égard; de plus, ils offrent l'avantage, chez la plupart, de n'avoir pour tout squelette, au moment où l'embryon éclôt, que la notocorde seule, comme les Tuniciers eux-mêmes. Aucun élément complémentaire ne peut donc

gêner la comparaison. Mes recherches ont porté sur la Perche commune (*Perca fluviatilis* L.).

L'éclosion a lieu deux semaines environ après la ponte et la fécondation. L'embryon, encore pourvu d'une volumineuse vésicule vitelline, possède une notocorde étendue depuis la moitié postérieure de la tête jusqu'à l'extrémité de la queue. Cet organe consiste seulement en grandes cellules vacuolaires, entourées par la gaine interne; la gaine squelettogène ne s'est pas encore montrée. Une telle disposition remonte déjà à plusieurs jours, car on la discernait vers la fin de la première semaine et au début de la seconde. Il faut arriver jusqu'au cinquième jour après la ponte pour trouver un changement sensible et un état plus simple. Alors l'ébauche notocordale possède la forme d'un cordon compact, plus étroit et plus court qu'il ne l'est, par la suite. Ses vacuoles caractéristiques ne sont pas encore aussi amples. Elle se cantonne dans la région rachidienne de l'embryon, ne pénètre point dans la zone céphalique et ne s'avance pas dans le bourgeon caudal.

La délimitation de l'ébauche notocordale s'effectue vers la vingt-quatrième heure après la fécondation. Dès son début, ce rudiment à l'aspect d'un cordon cellulaire compact qui se façonne sur place, au-dessous du neuraxe, parmi les éléments de l'endoderme primitif (ou méso-endoderme). La Perche, sur ce sujet, offre donc une origine identique à celle que les auteurs ont décrite comme se présentant chez les autres Téléostéens. Il n'est, chez ces animaux, contrairement à la plupart des autres Ichthyopsidés, et même des Sélaciens, aucune phase de gouttière cordale. La tachygenèse exerce une telle influence sur leur développement embryonnaire que cet épisode en est omis. Toutefois, en rassemblant et comparant entre elles les données obtenues, on en vient à connaître que la notocorde des Vertébrés dérive de la paroi dorsale de l'ébauche digestive, et qu'elle ne devient un cordon compact, si les phases sont conservées, qu'après avoir passé par un état préliminaire de gouttière cordale. Ensuite elle avance son extrémité antérieure dans la tête et elle étend dans la queue son extrémité postérieure, dépassant des deux bouts les niveaux du stomodœum et du proctodœum, où seront la bouche et l'anus. L'extension de sa région postérieure acquiert un intérêt spécial, chez les Poissons notamment, en raison des discussions relatives à l'intestin post-anal et à la vésicule de Küpffer.

La conclusion en est que la notocorde des Vertébrés et celle des Tuniciers n'ont pas une homologie complète. Toutes deux proviennent également de la paroi dorsale du feuillet endodermique et montrent de même un état premier de gouttière médiane; mais elles naissent dans des régions différentes. Celle des Vertébrés se forme aux dépens directs de l'intestin primitif, et celle des Tuniciers à ceux d'un diverticule de cet intestin. Comme ce diverticule manque aux Vertébrés, ou ne s'y laisse peut-être représenter que d'une façon réduite et par l'intestin post-anal, ces deux notocordes se doivent prendre seulement pour équivalentes, de même origine essentielle,

mais non de situation identique. En résumé il y a, chez les Chordés, des formations notocordales, non pas une seule et même notocorde qui serait plus ou moins étendue suivant les groupes.

PHYSIOLOGIE. — *Les Épistasies bulbaires d'origine nasale.* Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Yves Delage.

Une irritation minime, provenant de la périphérie nerveuse, ou de l'écorce, ou de tout autre point des centres, peut produire un véritable *énervement*, c'est-à-dire une variation considérable dans le potentiel de tonicité de certains autres centres.

Quand cet énervement circule de noyau en noyau, en avalanche, avec un effet croissant, il y a saisissement, attaque de tout un domaine nerveux, jusqu'à épuisement de l'avalanche. C'est l'épilepsie (de ἐπιλαμβάνω, je saisis, je fonds sur...). A partir du point où l'avalanche devient sensible, il y a *aura*.

Mais quand cet énervement ne fait pas avalanche, mais au contraire s'exerce d'une façon presque continue et durable, chronique, avec ou sans paroxysmes, sur des centres déséquilibrés, le plus souvent affaiblis par leur résistance au cours d'une maladie aiguë antérieure, il y a ce que je propose d'appeler *épistasie* (de ἐπιστάω, je reste sur...).

Cet énervement continu, prolongé, chronique de certains centres fonctionnels, sous une influence souvent très distante dans la distribution nerveuse, provoquant des variations dans le potentiel nerveux, en hypertonie, hypotonie ou paratonie, est la formule physiogénique de la plupart des maladies chroniques, dans lesquelles, sans lésion organique initiale ou consécutive, se maintient pendant des années un véritable *sabotage* fonctionnel.

Le nerf trijumeau a des centres et des racines dans toute la hauteur du bulbe. Il est, surtout à cause de son large déploiement périphérique et des nombreuses susceptibilités de la muqueuse nasale, capable de provoquer dans tous les segments bulbaires des épistasies de ce genre. La plus connue est *l'asthme des foins*, dont le point de départ est en général une irritation de la partie antérieure du méat moyen. Les troubles dysménorrhéiques et cardiaques sont plutôt liés à la tête du cornet inférieur.

J'ai systématiquement, sur une cinquantaine de personnes, cautérisé

légèrement *la partie supérieure et antérieure du cornet inférieur* et j'ai obtenu les résultats suivants :

Sur 22 personnes atteintes d'entérite muco-membraneuse, 18 sont débarrassées de tout ennui, certaines depuis 2 ans, et presque toutes après une seule cautérisation.

Sur 26 constipés, 17 sont guéris et réglés;

Sur 11 cas d'entéralgie, 10 ne souffrent plus;

8 cas d'anorexie, 8 guéris.

8 cas d'amaigrissement, 8 guéris.

Sur 9 cas d'hyperesthésie abdominale, 7 sont guéris.

8 fois l'asthénie musculaire générale a disparu.

6 fois l'anxiété et le vertige ont également disparu, sur 8 cas;

5 fois l'insomnie, les palpitations, la nausée;

4 fois la neurasthénie, l'hypocondrie, la dysménorrhée;

3 fois la surdité congestive, les bourdonnements, la céphalée, la migraine, la gastralgie, les sueurs, les œdèmes;

2 fois l'amaurose, l'oppression, les somnolences, les cauchemars, les fringales, l'hyposthénie, l'hyperthermie, l'hyperesthésie pharyngienne;

1 fois l'ictère, l'exophtalmie, l'hypertrophie thyroïdienne, la diplopie, l'hydrorrhée nasale, l'aprosexie, l'incontinence nocturne, les rougeurs brusques du visage, les pituites, la dysphonie congestive.

Il semble donc que cette région de la muqueuse nasale, si elle peut faire, comme les autres, épistasie à différents étages du bulbe, soit plus en rapport anatomiquement avec la région des centres digestifs et que bien des cas d'entérite chronique seront guéris par traitement nasal, aussi facilement que l'asthme des foins ou la dysménorrhée.

GÉOLOGIE. — *Sur les nappes de la Corse orientale.* Note de MM. **Pierre Termier** et **Eugène Maury**, présentée par M. Michel Lévy.

Nous avons successivement et séparément ([1]) annoncé que la région nord-est de la Corse est un *pays de nappes*. Voici quelques observations nouvelles qui apportent, en faveur de notre manière de voir, l'argument décisif.

La série cristallophyllienne, composée de calcschistes micacés, de roches vertes, de cipolins, de micaschistes et de schistes pyroxéniques ou amphi-

---

([1]) P. Termier, *Rapports tectoniques de l'Apennin, des Alpes et des Dinarides* (*Bull. Soc. Géol.*, 4e série, t. VII, p. 421). — E. Maury, *Sur la présence de nappes de recouvrement au nord et à l'est de la Corse* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 945).

boliques, qui forme, du cap Corse à Prunelli di Fium' Orbo, une large bande parallèle à la côte orientale de l'île, correspond certainement aux *Schistes lustrés* des Alpes. C'est une question encore pendante entre nous que de savoir si ce complexe est divisible en trois termes, dont l'intermédiaire serait du Trias, ou s'il faut le prendre *tout entier* pour une *série compréhensive* allant du Trias supérieur à l'Éocène. Quoi qu'il en soit, ces Schistes lustrés de la Corse ont une allure de nappe, c'est-à-dire qu'ils présentent des ondulations larges et tranquilles. *Au-dessous* d'eux, on ne connaît que du granite, *mais toujours plus ou moins laminé* et dont les *lames* sont parallèles aux strates schisteuses : c'est la *granulite protoginique* ou *protogine* de M. Nentien. Le laminage de cette roche, déjà signalé par M. Nentien, a été mis par M. Deprat en pleine lumière (¹).

Au-dessus des Schistes lustrés, on connaît depuis longtemps l'existence de lambeaux de terrains sédimentaires : Trias, Infralias, Éocène, Miocène. Le Trias et l'Infralias ont un facies qui confine au *facies briançonnais;* dans l'Infralias, des brèches du type *Brèche du Télégraphe* (W. Kilian) s'associent à une lumachelle à *Avicula contorta* et à des calcaires à *Encrines;* dans le Trias, des calcaires analogues d'aspect aux calcaires à *Gyroporelles* des Alpes se mêlent à des cargneules et reposent sur un étage gréseux où il y a quelquefois des quartzites, plus souvent des grès roses et verts semblables à ceux de l'Argentière, près Briançon. Sous les grès triasiques, on observe, çà et là, des roches rougeâtres ou violacées (grès, schistes, *argilotites, andésites*) qui rappellent le Permien de l'Argentière et de Guillestre; plus rarement, on voit des lambeaux de Houiller. L'Éocène, formé de poudingues, de calcaires à *Nummulites*, de schistes et de grès, de calcaires cristallins, de schistes à fucoïdes, est fort épais et chargé d'amas de *roches vertes*. Tous ces terrains, du Houiller à l'Éocène, sont *lenticulaires* et très fréquemment *broyés*. Quant au Miocène, il est parfaitement conservé et d'allure paisible, et tout indique qu'il est postérieur aux charriages.

Le point important, c'est que, sous les lambeaux de cette série sédimentaire, *il y a une lame*, plus ou moins épaisse, *de granite écrasé*. L'écrasement de ce granite est tel, le plus souvent, que la roche est à peu près méconnaissable.

(¹) E. Nentien, *Étude sur la constitution géolog. de la Corse* (*Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géol. de la France*, 1897). — J. Deprat, *L'origine de la protogine de Corse* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 151).

En fait, elle a été jusqu'ici méconnue et prise pour des schistes. Des *brèches de friction*, où l'on trouve à la fois des débris du substratum (Schistes lustrés) et des débris de l'écaille elle-même, s'observent fréquemment à la base de la lame granitique. C'est dans les environs de Ponte-Leccia, et aussi un peu plus au sud (Francardo, cols d'Ominanda et de San-Quilico), que la lame a le plus d'épaisseur et se prête le mieux à l'étude. Sa puissance diminue beaucoup quand on va vers l'est. Elle disparaît même, sinon partout, du moins presque partout, sur le pourtour du lambeau Trias-Infralias-Éocène de Saint-Florent. Mais on la retrouve, lenticulaire et réduite à quelques mètres, sous les très petits lambeaux de l'écaille conservés à Maciraggio, tout près du cap Corse : il y a là du très beau *granite écrasé* et des *brèches de friction* curieuses.

Il ne peut donc plus subsister aucun doute sur les phénomènes de la Corse orientale. Une *écaille* de terrains *à facies presque briançonnais*, ayant à sa base *une lame de granite écrasé*, et présentant elle-même, surtout dans ses terrains inférieurs, de nombreux symptômes de déplacement horizontal et de broyage, repose sur le complexe Schistes lustrés qui repose lui-même sur un *granite laminé* (*protogine*).

Le *granite écrasé*, base de l'écaille supérieure, et le *granite laminé*, substratum des Schistes lustrés, se rejoignent au nord de Corte, et l'on voit alors qu'il n'y a là qu'un seul et même granite, qui se replie sur les Schistes lustrés, et dont la lame supérieure est beaucoup plus écrasée que la lame inférieure.

C'est à M. Deprat que revient l'honneur d'avoir appelé l'attention des géologues sur la constance et l'intensité de l'écrasement de la *protogine* corse. Mais le phénomène est encore beaucoup plus marqué à l'est de la région qu'a étudiée M. Deprat et il devient le trait caractéristique de la géologie de la Corse orientale.

PALÉOBOTANIQUE. — *Origine raméale des cicatrices ulodendroïdes du* Bothrodendron punctatum, *Lindley et Hutton*. Note de M. **Armand Renier**, présentée par M. R. Zeiller.

Les tiges ou les gros rameaux d'un certain nombre de Lycopodinées carbonifériennes portent, en outre des cicatrices foliaires, de grandes dépres-

sions ombiliquées, de contour circulaire ou elliptique, disposées suivant deux génératrices diamétralement opposées, avec alternance d'une série à l'autre.

Ces dépressions ont été considérées par divers auteurs, notamment par Schimper, comme caractéristiques du genre *Ulodendron*, Rhode. L'étude d'échantillons mieux conservés a permis d'établir que ces cicatrices, dites ulodendroïdes, sont également bien développées chez certains *Lepidodendron* et *Bothrodendron*, notamment chez le *B. punctatum*, Lindley et Hutton.

Parfois encore, on rencontre l'empreinte en relief correspondant aux dépressions des tiges. Mais ces saillies sont, en général, sans profondeur.

L'origine des cicatrices ulodendroïdes n'a pu jusqu'ici être établie d'une façon certaine. Dans leur description originale du *B. punctatum*, Lindley et Hutton émettaient déjà l'avis qu'il s'agissait de traces de rameaux ou plutôt d'inflorescences. Cette dernière opinion a été considérée longtemps comme la plus plausible; d'Arcy-W. Thompson avait, en effet, découvert un échantillon portant en connexion avec la cicatrice un fragment d'organe qu'il considérait comme la base d'un cône. Entre temps, Carruthers avait suggéré l'hypothèse d'une origine radicale. Tout récemment, M. D.-M.-S. Watson reprenait la question et concluait avec insistance à l'origine raméale des cicatrices ulodendroïdes, tout en ne recourant cependant qu'à des arguments indirects.

La démonstration, commencée par M. Watson, peut être considérée comme complète, tout au moins en ce qui concerne le *B. punctatum*.

M. A. Diederich, élève ingénieur de l'École des Mines de Liége, vient en effet de recueillir sur le terris d'un charbonnage de ce bassin houiller, à Herstal, un échantillon montrant un rameau de *B. punctatum* naissant d'une cicatrice ulodendroïde. Cet échantillon a été offert par M. Diederich aux collections de paléontologie de l'Université de Liége, où j'ai pu l'étudier grâce à la bienveillance de M. le professeur J. Fraipont.

L'échantillon consiste en une plaque de schiste à grain très fin. Sur une face, on remarque une cicatrice ulodendroïde *saillante*, de contour elliptique ($65^{mm} \times 95^{mm}$), excentriquement ombiliquée et couverte de stries grossières convergentes. Cette cicatrice est complètement encadrée d'un important lambeau de cuticule conservée sous forme d'une mince lame charbonneuse et craquelée par des fissures longitudinales. Cette portion de tige est donc vue par sa face interne. Le moulage de la cuticule dans la roche montre, d'ailleurs, le chagrinage et les cicatrices foliaires caractéristiques des tiges âgées de *B. punctatum*. Cette portion de tige est sensiblement étalée dans un plan de stratification. Sur l'autre face de l'échantillon, on remarque un rameau encore

garni par endroits de sa cuticule et vu par sa face externe. On observe sur celle-ci de nombreuses cicatrices foliaires saillantes surmontant de petits sillons knorrioïdes, cicatrices caractéristiques des rameaux adultes du *B. punctatum*. Le rameau est divisé par dichotomie à quelque 10^{cm} de sa base, et l'une des branches, qui se poursuit sur une longueur de 20^{cm} environ, paraît se diviser encore. Le rameau est étalé dans une attitude légèrement oblique à la stratification.

En dégageant au burin la partie inférieure de ce rameau, j'ai établi que sa cuticule se raccorde à celle entourant, sur l'autre face de l'échantillon, la cicatrice ulodendroïde. Le raccord se fait de telle façon que la cicatrice constitue indiscutablement la base du rameau. On remarque que la cuticule du tronc présente dans le prolongement du rameau une zone dans laquelle les cicatrices foliaires sont accompagnées de dépressions knorrioïdes.

La découverte de cet échantillon, qui provient du Westphalien moyen, établit donc de façon directe et complète, l'origine raméale des cicatrices ulodendroïdes du *Bothrodendron punctatum*.

Jusqu'à plus ample informé, il conviendra d'étendre cette conclusion aux cicatrices similaires des *Ulodendron* et *Lepidodendron*. On connaît d'ailleurs, par les études microscopiques d'échantillons à structure conservée, des Lépidodendrées (*Lepidodendron selaginoides*, Carr.; *L. Hickii*, Watson) présentant deux files de rameaux diamétralement opposées.

Reste la question de l'origine proprement dite des dépressions ulodendroïdes. Je pense qu'il faut se rallier à l'explication indiquée par M. Watson, et considérer que la chute des rameaux, soit naturelle, soit artificielle par fracture de la roche, résulte des phénomènes de putréfaction intense qui ont accompagné la fossilisation dans les schistes et les grès de la presque totalité des troncs houillers.

Dans l'échantillon examiné, la cicatrice ulodendroïde *saillante* était entièrement recouverte d'une croûte charbonneuse assez épaisse, formant un bourrelet sur les bords de la cicatrice. Elle paraît en outre constituée par une série de cônes emboîtés, c'est-à-dire qu'il y existe une série de surfaces grossièrement striées d'un décollement facile. Cette orientation de l'argile incrustante souligne la disposition des faisceaux vasculaires, c'est-à-dire a été produite par elle. Il n'y a là rien qui doive nous étonner si nous connaissons les faits qui montrent combien délicat a été l'enrobement des végétaux houillers par les sédiments argileux. La convergence rapide des faisceaux vasculaires à la base de la cicatrice raméale prédisposait vraisemblablement à un détachement facile. Il se peut également que ces tissus se soient comportés de façon spéciale à la putréfaction : l'existence de la croûte charbonneuse sur la saillie ulodendroïde porte à le supposer.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

FONDS BONAPARTE.

Rapport de la Commission chargée de proposer pour l'année 1908 *la répartition des subventions.*

(Cette Commission, qui comprend le prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se compose de MM. H. Becquerel, président; Bouquet de la Grye, Cailletet, Armand Gautier, Deslandres, Le Chatelier; Darboux, rapporteur.)

La Commission nommée par l'Académie pour lui faire des propositions de subvention, à attribuer sur le fonds Bonaparte pour 1908, n'a pas eu à étudier moins de 107 demandes distinctes, se rapportant aux sujets les plus variés. Il est vrai que quelques-unes d'entre elles ont été présentées après le délai réglementaire, fixé au 1^{er} mai par l'Académie. Pour cette première attribution des subventions, la Commission n'a pas voulu se montrer trop rigoureuse; mais elle estime qu'il conviendra de rappeler aux concurrents, pour les années suivantes, que leurs demandes doivent être présentées avant le 1^{er} janvier, qu'il est de leur intérêt même de se soumettre à cette règle, afin que la Commission ait tout le temps nécessaire pour faire son travail et pour recueillir auprès des personnes les plus compétentes, au besoin auprès d'eux-mêmes, les renseignements ou les explications qu'elle pourrait juger indispensables.

La Commission a donc examiné sans aucune exception les 107 demandes dont elle était saisie; elle n'a pas tardé à reconnaître que plusieurs d'entre elles avaient été formulées, sans même que leurs auteurs se fussent rendu compte des conditions, pourtant bien précises, attachées à l'attribution des subventions.

Si, parmi eux, il en est qui n'ont pas craint de demander pour leurs travaux la totalité de l'annuité, d'autres ont réclamé des encouragements inférieurs au minimum que le donateur lui-même avait fixé.

Une grande latitude avait été laissée aux concurrents pour le libellé et la rédaction de leurs demandes. Pourtant, il tombe sous le sens que ces demandes, réclamant l'appui de l'Académie pour une recherche scientifique, devaient par cela même faire connaître avec précision la nature et le but de cette

recherche, ainsi que l'état actuel de la Science sur la question déterminée dont l'auteur voulait faire avancer la solution. Quelques-uns des concurrents se sont conformés à cette règle si simple; la plupart, il faut bien le dire, nous ont présenté leurs propositions sous la forme la plus incomplète et la plus défectueuse. Réclamer un appui pour des recherches sur les moteurs, sans rien préciser, laisser le choix à la Commission entre différents projets de recherche qu'on se déclare prêt à entreprendre suivant ses indications; élaborer un programme indéfini d'études, sur les hélices aériennes par exemple, en indiquant que la réalisation de ce programme aura lieu dans les limites de la subvention accordée, ce ne sont pas les meilleurs moyens pour obtenir la subvention désirée.

Ces critiques si sérieuses ne sont malheureusement pas les seules que nous ayons à formuler. Confiants sans doute dans l'unité de l'Institut, quelques-uns des concurrents nous ont demandé de leur venir en aide pour des études qui sortent entièrement du cadre de l'Académie. L'un d'eux voudrait être subventionné pour un glossaire étymologique du nord de la France; d'autres, très méritants et très honorablement connus du reste, sollicitent des subventions pour des fouilles et des recherches archéologiques, qui seraient plutôt du ressort de l'Académie des Inscriptions. Il va sans dire qu'à l'unanimité votre Commission a décidé de rejeter ces propositions.

D'autres demandes, visant des recherches de Médecine, de Chirurgie ou de Biologie générale, ne pouvaient évidemment être écartées par cette fin de non-recevoir. Quelques-unes étaient très dignes d'examen, mais ici votre Commission s'est souvenue qu'il existe une institution, récemment fondée sur l'initiative de M. le sénateur Audiffred, la *Caisse des Recherches scientifiques,* institution disposant de ressources considérables dont la plus grosse part (plus de 100000^{fr}) est réservée exclusivement aux études biologiques. C'est donc à elle, nous a-t-il paru, que les médecins doivent s'adresser en premier lieu.

Il est un autre principe qui nous a guidés dans nos comparaisons. Si quelques-unes des demandes que nous avions à examiner émanent de travailleurs sans attache officielle, il faut reconnaître que, chez nous comme dans les autres pays, la plupart des chercheurs sont pourvus d'une chaire ou attachés à des titres divers à un établissement d'enseignement. Ces établissements et ces chaires n'ont pas tous la même dotation. Quelques-uns ont des ressources plus considérables. Il y a là des inégalités dont il nous a paru équitable de tenir compte. C'est ainsi que, si nous avons accueilli trois demandes présentées par des membres de la Faculté des Sciences, nous en avons

réservé trois autres émanant de la même Faculté, non parce qu'elles étaient moins dignes de sympathie, mais parce que nous avons pensé que la Faculté elle-même pourrait leur donner satisfaction grâce aux fonds Commercy qui mettent à sa disposition dès cette année une somme considérable, dégagée à peu près de toute charge et de toute affectation.

Nous parlions tout à l'heure des demandes formulées par les travailleurs libres de toute attache. C'est à elles surtout que sont allées nos sympathies et il nous aurait été agréable d'encourager d'une manière toute particulière l'une au moins des propositions relatives à l'aviation, à l'aéronautique, à l'automobilisme, ces sciences vraiment modernes qui se partagent à la fois la faveur du public et des savants. Nous avons soumis les 15 demandes de cette catégorie à la Commission d'Aéronautique que l'Académie a instituée et qui examine chaque mois avec une attention si scrupuleuse toutes les Communications relatives à cet objet; à notre grand regret, et pour diverses raisons, aucune de ces 15 demandes n'a pu être retenue.

Après ces remarques générales destinées, si elles sont approuvées par l'Académie, à fixer la jurisprudence de la Commission et à éclairer les concurrents des années suivantes, nous en arrivons aux propositions précises que la Commission a décidé de formuler cette année.

Elle vous propose d'accorder 10 subventions ainsi réparties:

1° Une subvention de 2000^{fr} à M. L. Blaringhem, chargé d'un cours de Biologie agricole à la Sorbonne.

Cette subvention lui permettra de continuer ses importantes études sur la variation des espèces et sur les procédés expérimentaux de création d'espèces végétales nouvelles.

La valeur de ces recherches est attestée par plusieurs de nos Confrères, MM. Van Tieghem, A. Giard, par d'autres encore; ils estiment non seulement qu'elles ont un grand intérêt théorique, mais encore qu'elles auront d'importantes applications pratiques. Rappelons à ce sujet que le cours professé à la Sorbonne par M. Blaringhem a été créé sur l'initiative et grâce à une subvention de l'Union des Brasseurs de France.

2° Une subvention de 2000^{fr} à M. Billard, agrégé, docteur ès sciences, préparateur au P. C. N., pour poursuivre les recherches sur les animaux de la classe des Hydroïdes, groupe qu'il étudie depuis 8 années, et en particulier pour aller examiner sur place la collection Lamouroux conservée à la Faculté des Sciences de Caen, ainsi que les collections analogues constituées en Angleterre. Cette demande est appuyée par MM. Giard, Perrier, Bouvier.

3° Une subvention de 2000fr à M. Estanave, docteur ès sciences, attaché au Secrétariat de la Faculté des Sciences, pour lui fournir les moyens de continuer ses recherches sur le relief en projection à vision directe, recherches qui lui ont déjà valu plus d'une récompense. M. Lippmann, qui le recommande chaudement, rappelle que M. Estanave a déjà présenté à l'Exposition de Milan une série d'épreuves stéréoscopiques obtenues à l'aide du procédé Yves perfectionné par lui. Notre Confrère attache un prix tout particulier à l'application que M. Estanave a faite de ces principes à la radiographie. M. Estanave a pu lui montrer la radiographie d'une boucle en fil de fer donnant un excellent relief. Cette application mérite d'être poursuivie, car elle est évidemment de nature à accroître notablement l'utilité et la portée des méthodes de radiographie.

4° Une subvention de 2500fr à MM. Fabry et Buisson, tous deux professeurs à la Faculté des Sciences de Marseille, pour leur permettre de poursuivre les recherches commencées depuis plusieurs années et qui les ont conduits à des résultats de réelle portée : établissement d'un système de repères de longueurs d'onde, précis et sans doute définitif, nouvelles propriétés de l'arc au Fer, construction du spectre du Fer, etc. La subvention leur serait accordée :

a. Pour acheter un réseau plan indispensable, celui qu'ils possèdent étant insuffisant et ne réfléchissant pas l'ultra-violet;

b. Pour l'acquisition d'un miroir concave de grand diamètre, en métal, devant être associé à un beau réseau de Rowland possédé par leur laboratoire;

c. Pour une étude approfondie des différences entre les longueurs d'ondes des raies du spectre solaire et de celles de l'arc électrique. Deux miroirs plans de bonne qualité seraient nécessaires.

5° Une subvention de 5000fr à M. Gonnessiat, directeur de l'Observatoire d'Alger, pour munir l'instrument méridien d'un micromètre à vis entraînée et à enregistrement automatique de Gautier, avec chronographe imprimant. Les premiers résultats obtenus avec ce nouvel instrument, à l'Observatoire de Paris, sous le regretté M. Lœwy, ont été tellement remarquables que le directeur actuel, M. Baillaud, n'a pas hésité à accueillir l'idée d'une entente entre les divers Observatoires français pour la formation d'un catalogue de haute précision. L'intérêt de ces recherches n'est pas douteux et la réalisation d'un tel projet ferait le plus grand honneur à l'Astronomie française. L'Académie, qui avait accueilli cette demande avec grande faveur et l'avait présentée à la Commission des fonds Debrousse, a dû, à regret, la retirer

devant l'insuffisance des ressources de cette fondation, et pour faire une place légitime aux demandes des autres Académies.

6° Une subvention de 2000^{fr} à M. Loisel, docteur ès sciences, météorogiste à l'Observatoire de Juvisy, pour lui permettre de poursuivre d'une manière continue des observations actinométriques, afin d'arriver à la détermination des quantités diurnes, mensuelles, annuelles, d'énergie solaire reçues à l'Observatoire de Juvisy. Des observations suivies de ce genre, entreprises en plusieurs stations, conduiraient sans nul doute à des résultats d'un grand intérêt pour la Physique du globe.

7° Une subvention de 2000^{fr} à M. Dongier, chef du service de la climatologie et des instruments au Bureau central météorologique. M. Dongier désire entreprendre des études simultanées sur la pluie et le potentiel atmosphérique. Ces observations exigent l'établissement de dispositifs nouveaux et l'acquisition d'appareils qui ne font pas partie du matériel ordinaire de la Météorologie.

8° Une subvention de 2500^{fr} à M. Perot, physicien à l'Observatoire de Meudon, pour lui permettre d'entreprendre l'étude spectroscopique de la lumière émise par le Soleil à l'aide des phénomènes interférentiels produits par les lames argentées. L'étude systématique ainsi conduite mettra en évidence les causes, connues ou inconnues, qui peuvent modifier la longueur d'onde : vitesse radiale, pression, champ magnétique, etc.

9° Une subvention de 2000^{fr} à M. Matignon, le professeur nouvellement nommé au Collège de France. M. Matignon désire effectuer des déterminations de chaleurs spécifiques à température élevée, dans le but de connaître exactement les variations des chaleurs de réaction. Peu de travaux ont été faits dans cette direction si intéressante pour la Thermochimie et, d'autre part, les déterminations de ce genre exigent l'emploi d'appareils en platine d'un prix élevé.

10° Une subvention de 3000^{fr} au P. Colin, Correspondant de l'Académie, directeur de l'Observatoire de Tananarive, pour la publication d'une Carte de l'Imerina Sud, qui a été levée avec la collaboration du P. Rollet. Cette Carte reposera sur une triangulation exécutée à l'aide d'une subvention accordée antérieurement par le Bureau des Longitudes.

Le P. Colin demandait une subvention plus importante, 8000^{fr} à 10000^{fr}, en vue non seulement de construire cette Carte, mais encore de publier dix années d'observations faites de 1894 à 1904 à l'Observatoire de Tananarive. La Commission a eu le regret de ne pouvoir accorder cette subvention. Elle estime que son rôle, pas plus que celui de l'Académie, ne peut

être de suppléer à l'insuffisance des ressources des services et des établissements. C'est en se plaçant à ce point de vue qu'elle a dû écarter deux demandes qui lui avaient été adressées pour construire ou pour développer l'outillage de deux observatoires situés dans deux de nos départements.

En résumé, la Commission propose d'accorder :

1° 2000fr à M. L. Blaringhem ;
2° 2000fr à M. L. Billard ;
3° 2000fr à M. Estanave ;
4° 2500fr à MM. Fabry et Buisson ;
5° 5000fr à M. Gonnessiat ;
6° 2000fr à M. Loisel ;
7° 2000fr à M. Dongier ;
8° 2500fr à M. Perot ;
9° 2000fr à M. Matignon ;
10° 3000fr au P. Colin ;

et de rappeler, à tous les bénéficiaires, les conditions auxquelles ils devront se conformer pour justifier la confiance de l'Académie et remplir les intentions élevées qui ont guidé notre Confrère, le prince Roland Bonaparte, lorsqu'il nous a confié la mission de répartir sa libéralité.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juin 1908.

Leçons sur les théories générales de l'Analyse, par René Baire; t. II : *Variables complexes. Applications géométriques.* Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°.

Isonolyse, résolution générale des équations, par L. Mirinny; fasc. 2. Paris, Marquet, 1908; 1 fasc. in-12.

Formule relative à une condition de stabilité des automobiles et spécialement des

autobus. Oscillations diverses, par GEORGES MARIÉ. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1907; 1 fasc. in-8°.

Les oscillations du matériel dues au matériel lui-même et les grandes vitesses des chemins de fer, par GEORGES MARIÉ. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1907; 1 fasc. in-4°.

Note complémentaire sur les oscillations du matériel dues aux dénivellations de la voie, par GEORGES MARIÉ. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908; 1 fasc. in-8°.

La nouvelle Géologie à Biarritz, par P.-W. STUART-MENTEATH; 2e Partie. Biarritz, 1908; 1 fasc. in-8°.

Mission Bel au Congo français, avec une Carte dans le texte. (Extr. du *Bull. de la Soc. de Géographie,* n° 3, mars 1908.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Gisements miniers du bassin du Niari et projet de chemin de fer de Brazzaville à l'Océan, Conférence de M. JEAN-MARC BEL. (Extr. du *Bull. de la Soc. des Études coloniales et maritimes,* mars 1908.) Tonnerre; 1 fasc. in-4°.

Projet de chemin de fer et mise en valeur des gisements miniers du Congo français, par M. JEAN-MARC BEL. (Extr. de la *Quinzaine coloniale,* numéro du 10 avril 1908.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Variations du « Solanum Commersoni » et du « Solanum Maglia », par M. LABERGERIE. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1908; 1 fasc. in-8°.

Anatomie du corselet et histolyse des muscles vibrateurs, après le vol nuptial, chez la reine de la Fourmi (Lasius niger), par CHARLES JANET; texte et planches. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1907; 1 vol et 1 fasc. in-8°.

Bulletin du Conseil supérieur de Statistique; n° 10. Compte rendu de la Session de 1905. Documents préparatoires à la Session de 1908. Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1906-1907. Rouen, Gagniard; Paris, A. Picard, 1908; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique; nouvelle série : *Annales astronomiques,* t. X. Bruxelles, Hayez, 1907; 1 vol. in-4°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh; t. XLVI, part I, session 1907-1908. Édimbourg, 1908; 1 vol. in-4°.

The Institution of Mechanical Engineers. Proceedings, 1907, parts 3-4. Londres, 1908; 1 vol. in-8°.

Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú : N° 56. *El problema de la irrigacion del valle de Ica,* por CARLOS-W. SUTTON. — N° 57. *Una inspeccion de los yacimentos de estaño de Bolivia y una exploracion por el mismo metal en el Perú,* por EDUARDO-A.-L. DE ROMAÑA. Lima, 1907-1908; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 18 mai 1908.)

Note de M. *R. Fosse,* Sur la constitution des combinaisons du tétraméthyldiaminobenzhydrol avec quelques dérivés méthyléniques :

Page 1042, dernière ligne, *au lieu de*

$$= H^2O + CO^2 + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - CH\langle{}^{CO^2H}_{CO^2H},$$

lisez

$$= H^2O + [(CH^3)^2N.C^6H^4]^2CH - CH\langle{}^{CO^2H}_{CO^2H}.$$

(Séance du 15 juin 1908.)

Note de M. *A. de Gramont,* Sur les raies ultimes des métalloïdes : tellure, phosphore, arsenic, antimoine, carbone, silicium, bore :

Page 1263, ligne 5, *au lieu de* 0,1 microfarad, *lisez* 0,01 microfarad.

(Séance du 9 juin 1908.)

Note de M. *Auric,* Sur le développement en fraction continue d'un nombre algébrique :

Page 1204, dernière ligne, *ajouter :* La fin de la démonstration demanderait à être développée et précisée en tenant compte des degrés d'infinitude des racines. Cette démonstration fera l'objet d'un Mémoire au *Bulletin de la Société mathématique.*

FIN DU TOME CENT-QUARANTE-SIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1908.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXLVI.

A

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE AGRICOLE.

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

MÉTÉOROLOGIE.

MINÉRALOGIE.

N

O

P

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

Q

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

ERRATA.

—

(Séance du 29 juin 1908.)

Note de M. *G. Lemoine,* Décomposition des alcools sous l'influence catalytique de la braise :

Page 1365, ligne 3, en remontant, *au lieu de* forméniques, *lisez* éthyléniques.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
41026 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.